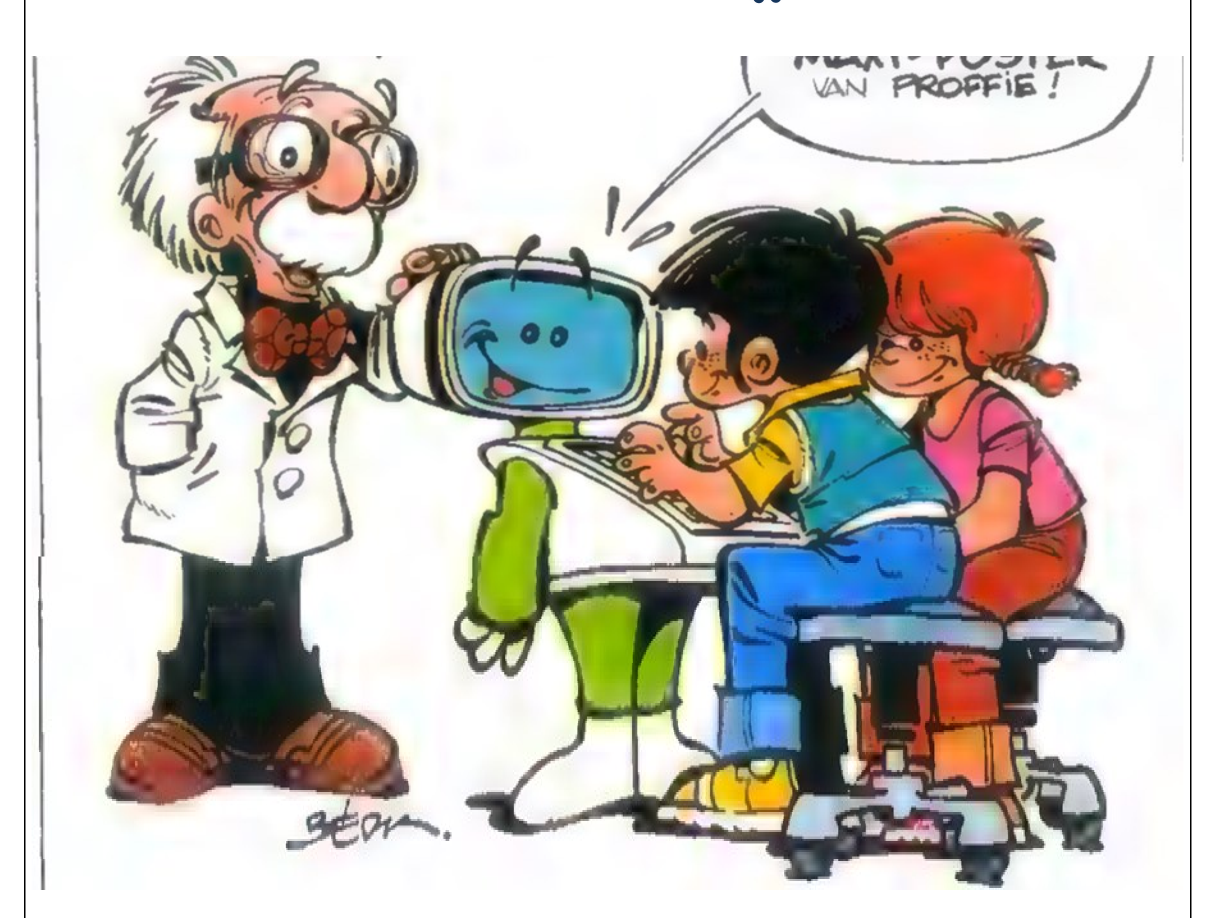
تحليل و تصميم الدارات الإلكترونية للناشئة 1



د. عمار شرقية

شأن الكتاب في عصور الانحطاط

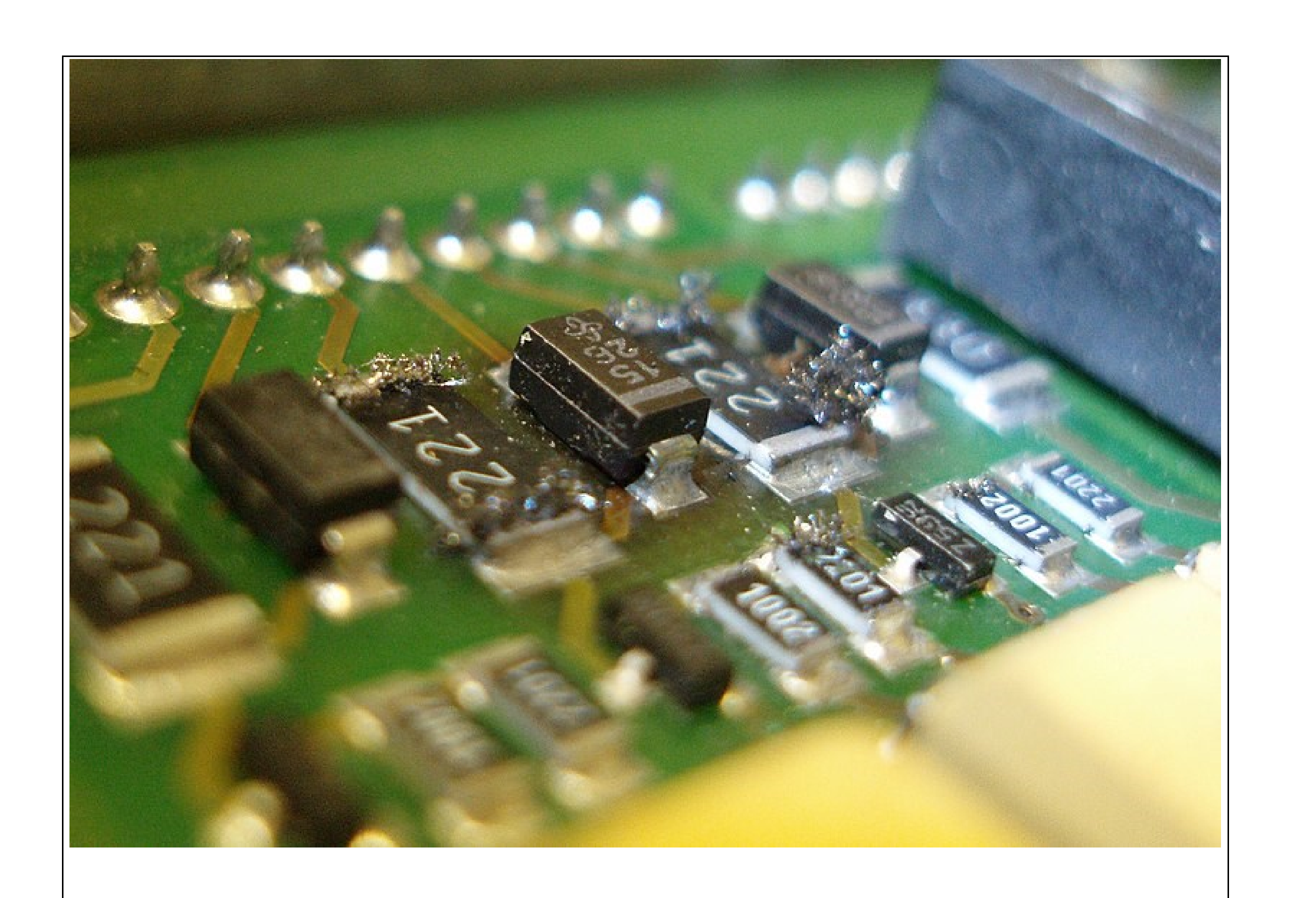
أن يصبح بضاعةً مزجاة كاسدة



وقف لله تعالى

اسأل الله العظيم رب العرش العظيم أن يتقبله من عبده الوضيع الذليل الحقير الدنيء الفقير إلى رحمته و فضله و عفوه و مغفرته تعالى.


بسم الله الرحمن الرحيم
تحليل و تصميم الدارات
الإلكترونية للناشئة 1
د. عمار شرقية



الهدف من هذا الكتاب تزيد الفتيان و الفتيات و المبتدئين بسلاحٍ يواجهون به الحياة –مهنة او لنقل تقانة دخلها جيد و تصلح للفتيان و الفتيات و لا تحتاج لرأس مالٍ كبير حيث أن تجهيزاتها بسيطة و يمكن مزاولتها من المنزل و عائدها المادي جيد و فرص العمل المتعلقة بها كثيرةٌ .

و الله وحده ولي الحمد و التوفيق

يتألف كل شيءٍ في هذا الكون من ذرات و تتألف كل ذرة بدورها من ثلاثة عناصر هي النيوترونات و البروتونات و الإلكترونات .

تتوضع كلٌ من النيوترونات و البروتونات في نواة الذرة سوياً بينما تتحرك الإلكترونات ضمن مداراتٍ تحيط بنواة الذرة .

تمتلك البروتونات شحنة كهربائية موجبة بينما تمتلك النيوترونات شحنة كهربائية سلبية ، و في الذرة المتعادلة الطبيعية يكون عدد البروتونات مساوياً لعدد الإلكترونات و بذلك فإن تلك الذرة تكون محايدة كهربائياً أي أنها تكون في حالة توازنٍ و تعادلٍ كهربائي.

يشار إلى الشحنة الكهربائية بالرمز Q و تقاس الشحنة الكهربائية بوحدة الكولومب Coulomb

و هي تساوي مقدار الشحنة الكهربائية التي يمتلكها عددٌ من الإلكترونات يساوي :

6.24×10^{18}

إن حركة الإلكترونات الحرة هي التي تحدث التيار الكهربائي و هذه الإلكترونات الحرة هي الإلكترونات الزائدة عن المقدار الذي تتعادل فيه الذرة كهربائياً.

البروتونات ذات شحنة موجبة و هي غير قادرةٍ على الحركة لأنها تخضع لجاذبية نواة الذرة حيث البروتونات ذات الشحنة الموجبة .

إن الإلكترونات الوحيدة القادرة على مغادرة الذرة و تشكيل التيار الكهربائي هي الإلكترونات الحرة الموجودة على المدارات الخارجية للذرة.

غير أن حركة الإلكترونات الحرة عندما لا تكون هنالك بطارية مدخرة للطاقة أو مولدة للتيار الكهربائي ا تكون حركةً عشوائية غير منتظمة و لذلك فإنها تصطدم ببعضها البعض و تلغي بعضها بعضاً.

بالرغم من أن المادة الموصلة تحتوي على مليارات الإلكترونات الحرة فإن قيمة التيار الكهربائي في المادة الموصلة تكون مساويةً للصفر – وحدها الإلكترونات التي تتحرك بصورةٍ منتظمة بتأثير بطارية أو مولدٍ كهربائي هي التي تشكل تياراً كهربائياً .

إذاً حتى تتحول الإلكترونات الحرة الموجودة في المواد الموصلة كهربائياً إلى تيارٍ كهربائي فإنها تحتاج إلى قوةٍ دافعة ناظمة و هذه القوة الدافعة و الناظمة تعرف بالقوة الدافعة للإلكترونات :

Electromotive Force (EMF)



الأمبير : هو مقدار أو حجم التيار الذي يتدفق في الدارة .

يتطلب المقلع الكهربائي (المارش) نحو 250 أمبير حتى يتمكن من تشغيل محرك سيارة كبير.

كلما ازداد حجم التيار الذي يتوجب مروره في السلك توجب زيادة مقطع السلك حتى تقل المقاومة.

كلما ارتفعت المقاومة في الدارة انخفض الأمبير المار فيها و العكس صحيح أي أنه كلما انخفضت مقاومة الدارة ارتفع الأمبير أي ازداد حجم التيار المار فيها.

مثال: تحتوي السيارة على دارات ذات مقاومة مرتفعة (نحو 12 Ω أوم) مثل دارات مصابيح الإشارة و دارات ذات مقاومة منخفضة نحو (0.05 Ω أوم) مثل دارة المقلع الكهربائي (المارش).

كلما انخفضت المقاومة ارتفع الأمبير و كلما ارتفعت قيمة المقاومة انخفض الأمبير بينما يبقى(الفولت) الجهد ثابتاً.

تؤدي المقاومات المرتفعة (فوق الحد الطبيعي) إلى ضعف أداء الأجهزة الكهربائية(إضاءة خافتة-عزام دوران ضعيف-دوران بطيء –صوت خافت....)



تؤدي المقاومة المنخفضة إلى تدفق أمبير مرتفع (تيار ذو حجم كبير) في الدارة يمكن أن يتسبب في ذوبان الأسلاك الدقيقة إذا مر فيها و لهذا السبب تستخدم الذّوابات (الفيوزات) التي تقوم بحماية الدارة و قطع التيار عند انخفاض قيمة المقاومة في الدارة و ارتفاع الأمبير و ذلك عندما يصبح الأمبير مرتفعاً بما يكفي لإذابة سلك الذوابة(الفيوز) مما يؤدي إلى قطع التيار الكهربائي.

إذاً فإن هنالك علاقة تناسبٍ عكسية ما بين قيمة المقاومة و قيمة الأمبير(حجم التيار) في الدارة.

يقوم مولد السيارة بتوليد تيارٍ متناوب و لذلك تقوم مجموعة من الدايودات(الموحدات) بتحويل هذا التيار إلى تيارٍ مباشر(مستمر) قبل إرساله إلى البطارية و ذلك عن طريق توحيد اتجاه ذلك التيار.

coulomb [cou·lomb || 'kuːlɒm]

n. الكولون وحدة قياس للكهرباء(كولوم)

و عليه فإن التيار الكهربائي هو تدفق الشحنة الكهربائية أي تدفق الإلكترونات عندما تخضع لقوةٍ دافعة للإلكترونات(جهد).

يرمز للتيار الكهربائي بالرمز I و يقاس التيار الكهربائي بوحدة الأمبير Ampere

Ampere

الأمبير يساوي مقدار كولوم واحد من الإلكترونات يمر خلال ثانيةٍ واحدة.

يرمز للتيار الكهربائي بالرمز I و يقاس بوحدة الأمبير و التيار الكهربائي يساوي الشحنة الكهربائية Q مقسومةً على الزمن t :

$$I=\frac{Q}{t}$$

إن أمبير واحد من التيار الكهربائي يمثل ما قيمته كولوم واحد من الشحنة الكهربائية تمر من نقطةٍ ما خلال ثانية واحدة من الزمن.

و الكولومب كما مر معنا هو مقدارٌ معينٌ من الإلكترونات.

دعي الأمبير بهذا الاسم نسبة إلى الرياضي الفرنسي أندريه أمبير .

القوة الدافعة الكهربائية Electromotive Force (EMF) أو القوة الكهرومغناطيسية Electromagnetic force هي بكل بساطة الطاقة التي تتسبب في تدفق التيار الكهربائي في الدارة أي أنها الطاقة التي تنظم حركة الإلكترونات العشوائية و تدفعها في اتجاهٍ واحد نوعا ما.

يمكن أن يكون مصدر القوة الكهربائية الدافعة بطارية أو مولدٍ كهربائي أو خلية شمسية.

يرمز للقوة الدافعة الكهربائية بالحرف E و تقاس القوة الكهربائية الدافعة بوحدة الفولت volt و يعبر عنه بالجهد الكهربائي.

فرق الجهد أو فرق الكمون Potential Difference

ثمة تشابهٍ كبير ما بين القوة الدافعة الكهربائية وفرق الكمون غير أنهما ليسا شيئا واحداً

21123فعندما يتدفق التيار الكهربائي في مادةٍ ما و تتسارع حركة الإلكترونات بتأثير القوة الدافعة الكهربائية فإن

الإلكترونات تصطدم بالشوارد (الأيونات) الموجودة في تلك المادة و نتيجة ذلك الاصطدام فإن الطاقة الحركية لتلك الإلكترونات تتحول إلى حرارة أي أن الإلكترون يفقد جزءاً ن طاقته نتيجة ذلك الاصطدام و هذا يعني بـأن الإلكترونات بعد مرورها في تلك المادة تكون طاقتها أدنى مما كانت عليه قبل مرورها في تلك المادة.

إن فرق الكون يقاس دائما بين نقطتين اثنتين ولا يقاس من نقطةٍ واحدة.

إن كلاً من القوة الكهربائية الدافعة و هي القوة التي تدفع الإلكترونات للحركة و فرق الكمون و هو الاختلاف في طاقة الإلكترون قبل و بعد أن يمر عبر مادةٍ معينة يقاسان بوحدة الفولت التي يعبر عنها بالجهد الكهربائي.

يستخدم مصطلح الجهد (الفولتية) للدلالة على كلٍ من القوة الكهربائية الدافعة و فرق الكمون.

مما سبق نستنتج أن الجهد هو المسبب لأنه يمثل القوة الدافعة للتيار الكهربائي ،أما التيار الكهربائي فهو النتيجة التي تنتج عن تأثير السبب أي الجهد الكهربائي.

إن مقدار التأثير الحاصل (التيار) يساوي السبب أي الجهد الذي يحدث التيار الكهربائي مقسوماً على ما يعيق مرور التيار الكهربائي.

-

إن الإعاقة أو المقاومة أو الممانعة هي الظاهرة المشابهة لظاهرة الاحتكاك في الميكانيك و الفيزياء

.

المقاومة في الكهرباء≈الاحتكاك في الميكانيك

≈ تساوي تقريباً

كلما كان عدد الالكترونات الحرة أي الالكترونات القابلة للحركة أكبر في مادةٍ ما كانت تلك المادة أقل مقاومةً للتيار الكهربائي و العكس صحيح أي أنه كلما كان عدد الالكترونات الحرة في المادة أقل كانت مقاومتها لمرور التيار الكهربائي أكبر و بذلك فإن المواد تنقسم إلى 3 أنواع وهي:

الموصلات : وهي المواد التي تحوي عدداً كبيراً ن الالكترونات.

العوازل وهي مواد تحوي عدداً قليلاً جداً من الالكترونات الحرة كالزجاج و البلاستك و الخشب.

أشباه الموصلات و هي مواد تحوي أعداداً متوسطة من الالكترونات الحرة.

قانون أوم ohm's law

التيار يساوي الجهد مقسوماً على المقاومة .

$$\text{التيار}=\frac{\text{الجهد}}{\text{المقاومة}}$$

$$\text{Current}=\frac{volyage}{resistance}$$

$$I=\frac{V}{R}$$

حيث أن التيار يساوي التأثير أو النتيجة و حيث الجهد يساوي السبب أما المقاومة فهي تعني ما يعيق حدوث ذلك التأثير.

الجهد هو الذي يدفع التيار الكهربائي للحركة أما المقاومة فهي التي تمنع أو تعيق مرور التيار الكهربائي.

و وفقاً لقانون أوم فإن مقدار التيار الكهربائي الذي يمر في دارةٍ ما يتناسب طردياً مع مقدار الجهد المطبق عليها فإذا تضاعف الجهد المطبق على دارةٍ ما تضاعف التيار المار في تلك الدارة.

يرمز للأوم بالحرف الإغريقي أوميغا Ω.

Omega (Ω ω)

يتناسب التيار الكهربائي طردياً مع الجهد كما أنه يتناسب عكسياً مع المقاومة.

كلما ازداد الجهد ارتفع التيار و كلما ارتفعت المقاومة انخفض التيار(الأمبير)

الخاصية المعاكسة لخاصية المقاومة الكهربائية هي الموصلية الكهربائية و تعني مقدار توصيل مادةٍ ما للتيار الكهربائي و تقاس الموصلية الكهربائية بوحدة السيمنس siemens و التي يعبر عنها بالقيمة أوميغا مرفوعة للقوة السلبية ناقص واحد Ω^{-1}

.

Ω^{-1}

دائماً في الفيزياء و الرياضيات فإن الرفع للقوة ناقص واحد يعني مقداراً أو قيمةً معاكسة للقيمة الأصلية ذلك أن الموصلية هي الظاهرة المعاكسة لظاهرة المقاومة الكهربائية.

المقاومة Resistor

المقاومة عنصرٌ يستخدم للتحكم في مقدار تدفق التيار الكهربائي في الدارة.

القدرة-الاستطاعة Power

القدرة أو الاستطاعة هي معدل انتقال الطاقة من مصدرها إلى الدارة الكهربائية.

الاستطاعة تساوي التيار ضرب الجهد.

$P=I\times V$

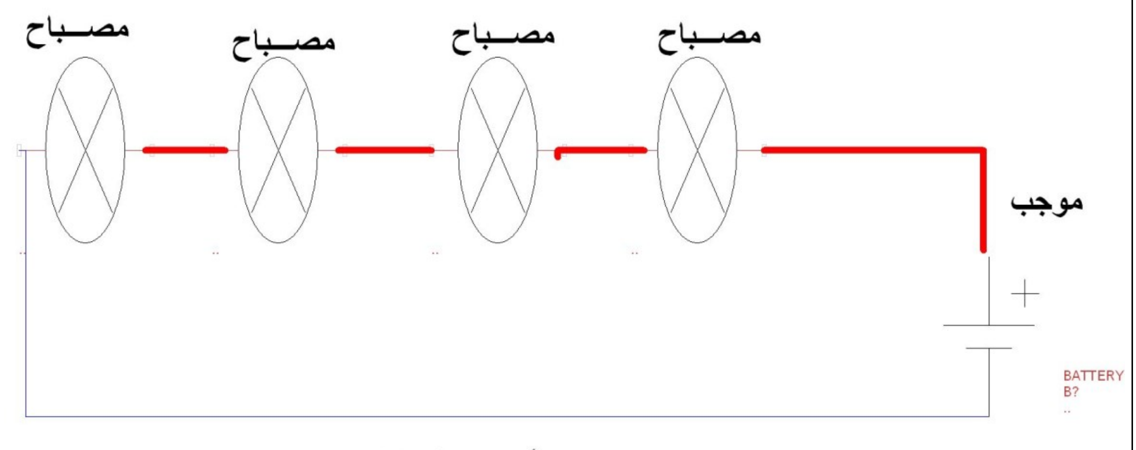
$P=IV$

تقاس الاستطاعة بوحدة الوات.

الدارة التسلسلية –الدارة المتوالية Series Circuit

الدارة التسلسلية هي الدارة التي تكون مكوناتها متصلة مع بعضها البعض على التوالي (التسلسل) أي انها تكون متصلةً مع بعضها البعض على خطٍ واحد مثل عربات القطار أو حبات المسبحة أو حبات العقد.

في حالة الوصل على التوالي (التسلسل) يكون لدينا خطٌ واحد فقط للتغذية الكهربائية .



التوصـــــيل علـــــى التوالي-التسلســــــل

(KVL) قانون كيرتشوف Kirchhoff's Voltage Law

كيرتشوف هذا ألماني الجنسية.

وفقاً لقانون كيرتشوف فإن المجموع الجبري لجميع ارتفاعات و انخفاضات الجهد في دائرة مغلقة تساوي الصفر:

$$\Sigma_{\text{Closed path}} V=0$$

Σ= المجموع .

أي أن قانون كيرتشوف ينص على أنه في دائرة مغلقة فإن مقدار الجهد الذي يتم تغذية الدارة به يساوي مقدار الجهد الذي تقوم تلك الدارة باستهلاكه أي أن مجموع الجهد ΣV يساوي الصفر.

فإذا كانت لدينا في دارة كهربائية ثلاثة عناصرٍ مثلاً تستهلك ثلاثة جهود هي مثلاً:

V_1,V_2,V_3

فإن الجهد الذي يتم تغذية تلك الدارة به أي E ناقص تلك الجهود الثلاثة في دارةٍ مغلقة يجب أن يساوي الصفر:E- V1-V2-V3=0

حيث :

E هو الجهد الذي يتم تغذية الدارة به.

و حيث V_1,V_2,V_3 هي الجهود المستنفدة و المستهلكة في تلك الدارة.

حساب قيمة المقاومة في الدارة

بالنسبة للمقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) فإن المقاومة المكافئة R_{eq} أي مجموع أو محصلة جميع المقاومات المتصلة على التوالي مع بعضها البعض يساوي حاصل جمع تلك المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل).

$$R_{eq}=R_1+R_2+R_3...+R_n$$

R_n إلى ما لا نهاية له من عدد المقاومات.

أي أن هذا القانون يصح مهما كان عدد المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوالي.



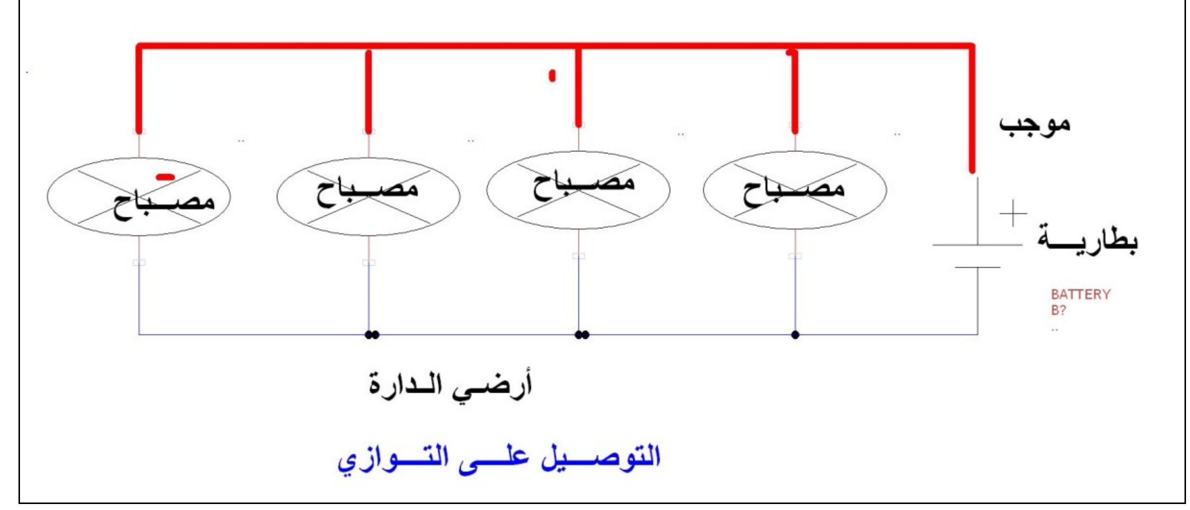
الجهد الأول V_1 هو الجهد الذي يمر عبر المقاومة الأولى.

الجهد الثاني V_2 هو الجهد الذي يمر عبر المقاومة الثانية.

الجهد الثالث V_3 هو الجهد الذي يمر عبر المقاومة الثالثة و هكذا إلى ما لا نهاية...

الدارات المتوازية Parallel Circuit

في حالة وصل العناصر على التوازي(التفرع) يكون لدينا خطي تغذية اثنين و ليس خطٌ واحد و كل عنصر متصل على التوازي يكون متصلاً مع هذين الخطين معاً فيكون طرفه الموجب متصلٌ بخط التغذية الموجب بينما يكون طرفه السالب متصلٌ بخط التغذية السلبي.



التوصـــيل علـــى التـــوازي

Kirchhoff's Current Law(KCL) قانون كيرتشوف في التيار الكهربائي

طبقاً لقانون كيرتشوف فإن المجموع الجبري للتيارات التي تدخل و تغادر عقدة أو نقطة تقاطعٍ كهربائية في دارةٍ ما يساوي الصفر:

$\Sigma I_{entering} = \Sigma I_{leaving}$

المجموع الجبريΣ للتيار I الذي يدخل الدارة$_{entering}$ يساوي المجموع الجبريΣ للتيار I الذي يعاذر الدارة $_{leaving}$

فإذا كان لدينا في دارة ما نفطة ما و لتكن النقطة آ مثلاً و كان التيار الكهربائي يتفرع عند تلك النقطة إلى ثلاثة أفرع فإن التيار الداخل إلى تلك النقطة يساوي مجموع التيارات الثلاثة التي يتفرع إليها عند تلك النقطة.

المقاومات المتصلة على التوازي(التفرع)

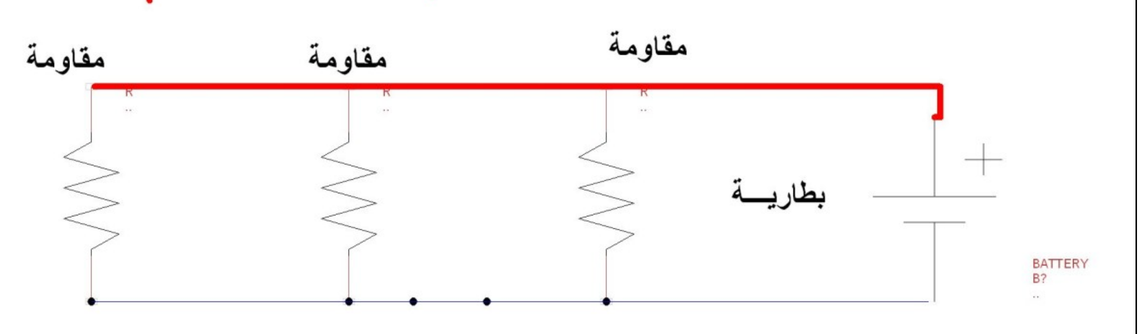
إن مقلوب المقاومة المكافئة R_{eq}يساوي مجموع مقلوب المقاومات المتصلة على التوازي.

أي أن العدد واحد مقسوماً على مجموع مقاومات متصلة مع بعضها البعض على التوازي يساوي العدد واحد مقسوماً على قيمة المقاومة المكافئة لتلك المقاومات:

$$\frac{1}{R\,EQ} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} \ldots \frac{1}{Rn}$$

إن مقلوب المقاومة المكافئة $\frac{1}{R\,EQ}$ لعدة مقاومات متصلة مع بعضها البعض على التوازي أي العدد واحد مقسوماً على قيمة المقاومة المكافئة $\frac{1}{R\,EQ}$ يساوي العدد واحد مقسوماً على حاصل جمع قيم

جميع تلك المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوازي إلى مالا نهاية أي إلى عدد لا نهائي من تلك المقاومات R_n أو عددٌ ة نهائي من مقلوب تلك المقاومات$\frac{1}{Rn}$.



مقاومـــات متصـــلة مـــع بعضـــها علـــى التفـــرع

إن مقلوب عددٍ ما يساوي واحد مقسوماً على ذلك العدد.

مثال الرقم العشري 0.5 هو مقلوب العدد 2 :

1÷2=0.5

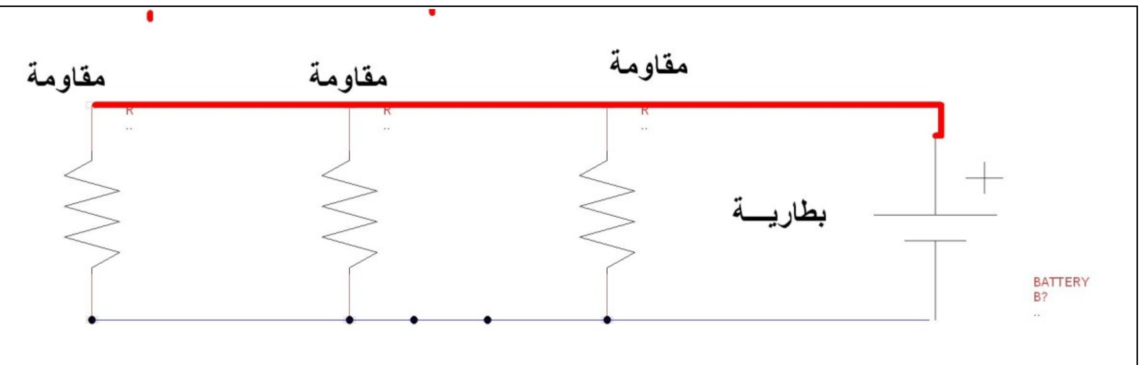
لحساب التيار الذي يمر في مقاومةٍ معينة فإننا نقسم الجهد على قيمة تلك المقاومة:

$I=\frac{E}{R}$



طريقة حساب المقلوب (الريسيبروكال)

أنا أعلم بأن كثيراً من المتعاملين مع الإلكترونيات تشمئز قلوبهم عندما ترد فكرة المقلوب و لكنني سأشرحها هنا بطريقة ستجعلكم تحبون هذا النوع من القياس و تبدعون في استخدامه في كل مجالات العلوم.



مقاومــات متصــلة مــع بعضــها علــى التفــرع

لتكن لدينا ثلاث مقاومات متصلة مع بعضها البعض على التوازي قيمة كلٍ منها 2 أوم .
احسب المقاومة المكافئة لهذه المقاومات الثلاثة.

كما تعلمون فإن مقلوب المقاومة المكافئة الكلية $\frac{1}{R\ EQ}$ لأي عددٍ من المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوازي يساوي ناتج جمع مقلوب قيم جميع تلك المقاومات مع بعضها البعض.

$$\frac{1}{R\ EQ}=\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}\dots\frac{1}{Rn}$$

و المقلوب كما تعلمون هو ناتج قسمة العدد واحد على قيمةٍ معينة .

الأن لنقم بحساب مقلوب المقاومة الأولى :

قيمة المقاومة الأولى 2 أوم و مقلوبها يساوي $\frac{1}{2}$ أي 1 تقسيم 2 يساوي 0.5 أي نصف و بالطبع فإن مقلوب قيمة المقاومة الثانية يساوي 0.5 و كذلك فإن مقلوب قيمة المقاومة الثالثة يساوي 0.5 كذلك.

الآن كم يبلغ مجموع مقلوب قيم هذه المقاومات الثلاثة؟

إنه يساوي:

0.5+0.5+0.5=1.5

نصف+نصف+نصف=واحد و نصف.

الأن بتنا أمام مشكلة و هي أنه أياً تكن قيمة المقاومة الكلية فإن مقلوبها لن يكون بأي حالٍ من الأحوال أكبر من العدد واحد لأن مقلوبها هو ناتج قسمة العدد واحد على قيمة المقاومة الكلية ، فما هو العدد الصحيح الذي إذا قسمنا عليه العدد واحد كان الناتج واحد و نصف 1.5 .

إن المشكلة تكمن هنا في طريقة صياغة الكتب لطريقة حساب المقلوب لأنها صياغة مضللة :

$$\frac{1}{R\ EQ}=\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}\dots\frac{1}{Rn}$$

أما الطريقة الأكثر وضوحاً لحساب المقلوب فإنها تتمثل في أن نضع عدد 1 وحيد في أعلى الكسر و أن نقسمه على ناتج جمع أدنى الكسر و بهذه الطريقة نضمن أن يكون الناتج أدنى من العدد واحد:

$$\frac{1}{R\ EQ}=\frac{1}{R1+R2+R3\dots Rn}$$

أي أن مقلوب المقاومة المكافئة يساوي واحد مقسوماً على مجموع قيم جميع المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوازي أي أن :

$$\frac{1}{R\,EQ}=\frac{1}{2+2+2}$$

و ذلك لأن لدينا 3 مقاومات متصلة مع بعضها البعض على التوازي قيمة كلٍ منها 2 أوم :

2+2+2=6

أي أن :

$$\frac{1}{R\,EQ}=\frac{1}{6}$$

و بما أن الكسر ليس إلا عملية قسمة معلقة فإننا نقوم بتنفيذ عملية القسمة المعلقة تلك فنقسم العدد واحد على العدد 6 حتى نعرف قيمة مقلوب مجموع المقاومات المتصلة مع بعضها على التوازي:

1÷6=0.16

إذاً فإن قيمة مقلوب المقاومة المكافئة يساوي 0.16 و كذلك فإن مقلوب ناتج جمع قيم المقاومات الثلاثة المتصلة مع بعضها البعض على التوازي يساوي 0.16.

نتأكد من صحة الحل عن طريق تنفيذ عملية القسمة المعلقة أي قسمة العدد واحد على 0.16 :

1÷0.15=6

و بالفعل فإن مجموع قيم المقاومات الثلاثة المتصلة مع بعضها البعض على التوازي يساوي 6 أوم أي أن الحل صحيح.

و هذه الطريقة يمكننا تطبيقها على المكثفات و ملفات التحريض و جميع المجالات الأخرى.

مثال 2 :

لدينا 4 مكثفات متصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) قيمة كلٍ منها 3 فاراد احسب القيمة الكلية المكافئة لتلك المكثفات .



كما تعلمون فإن مقلوب السعة المكافئة الكلية $\frac{1}{R\ EQ}$ لأي عددٍ من المكثفات المتصلة مع بعضها البعض على التوالي (التسلسل) يساوي ناتج جمع مقلوب قيم جميع تلك المكثفات مع بعضها البعض.

$$\frac{1}{C\ EQ}=\frac{1}{C1}+\frac{1}{C2}+\frac{1}{C3}\dots\frac{1}{Cn}$$

نحسب مقلوب قيم سعة تلك المكثفات و لهذه الغاية فإننا نجمع قيم سعة هذه المكثفات مع بعضها البعض فنكتب:

3+3+3+3=12

و الآن نحسب مقلوب الرقم 12 أي أننا نقسم العدد 1 على الرقم 12 :

$$\frac{1}{3+3+3+3}=\frac{1}{12}=0.083$$

أي أن مقلوب مجموع سعات هذه المكثفات الأربعة المتصلة مع بعضها البعض على التوالي يساوي 0.083 كما أن مقلوب السعة الكلية المكافئة لهذه المكثفات يساوي كذلك 0.083.

للتأكد من صحة العمليات السابقة فإننا نقسم العدد واحد على مقلوب مجموع تلك العناصر فإذا كان الناتج يساوي مجموع قيم تلك العناصر أي 12 فذلك يعني بأن العملية التي قمنا بها صحيحة:

1/0.083=12

1÷0.083=12

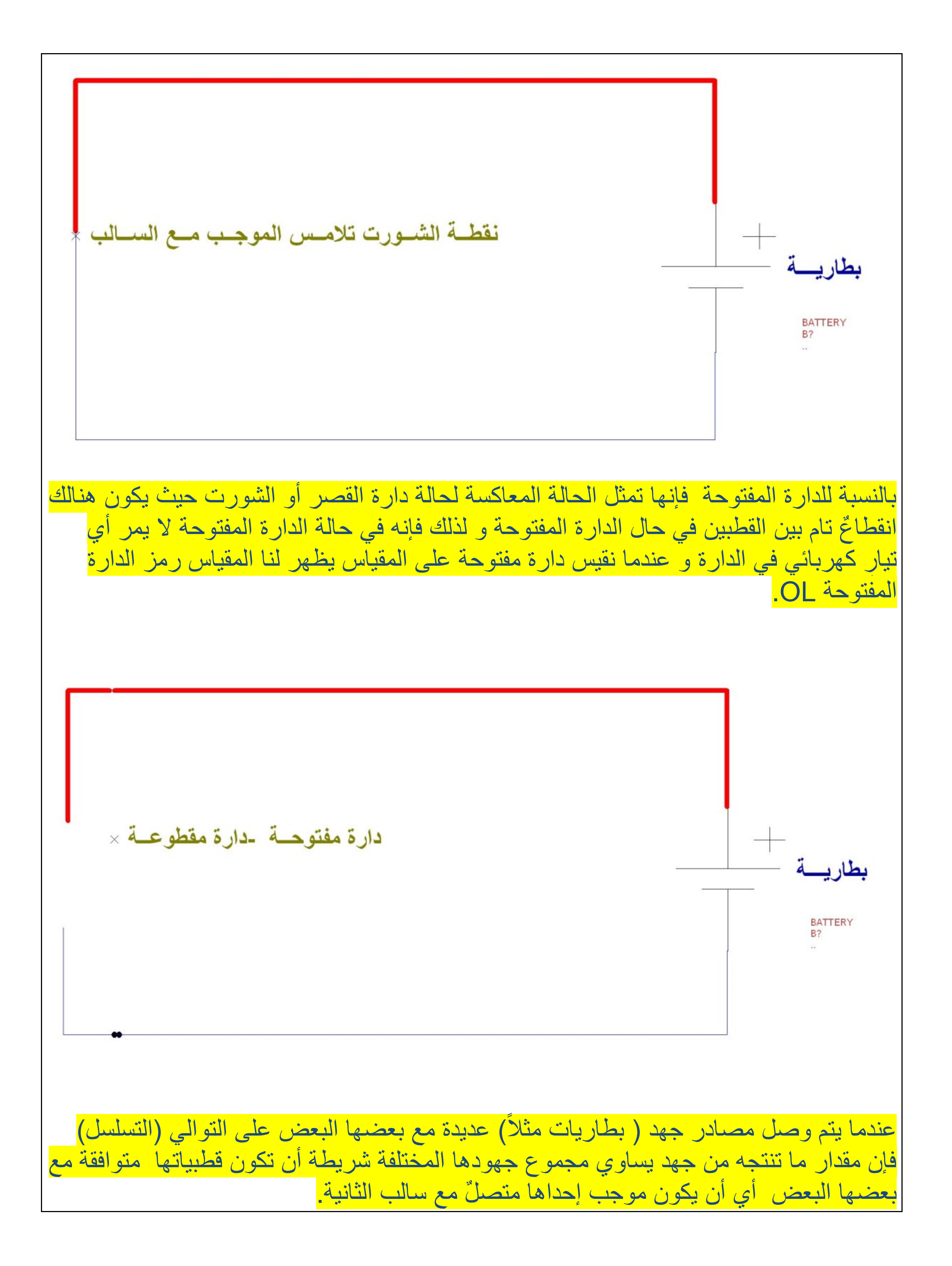
إذاً فإن العملية التي قمنا بها صحيحة.

الدارة المفتوحة و دارة القصر (الشورت)

Open circuit & Short Circuit

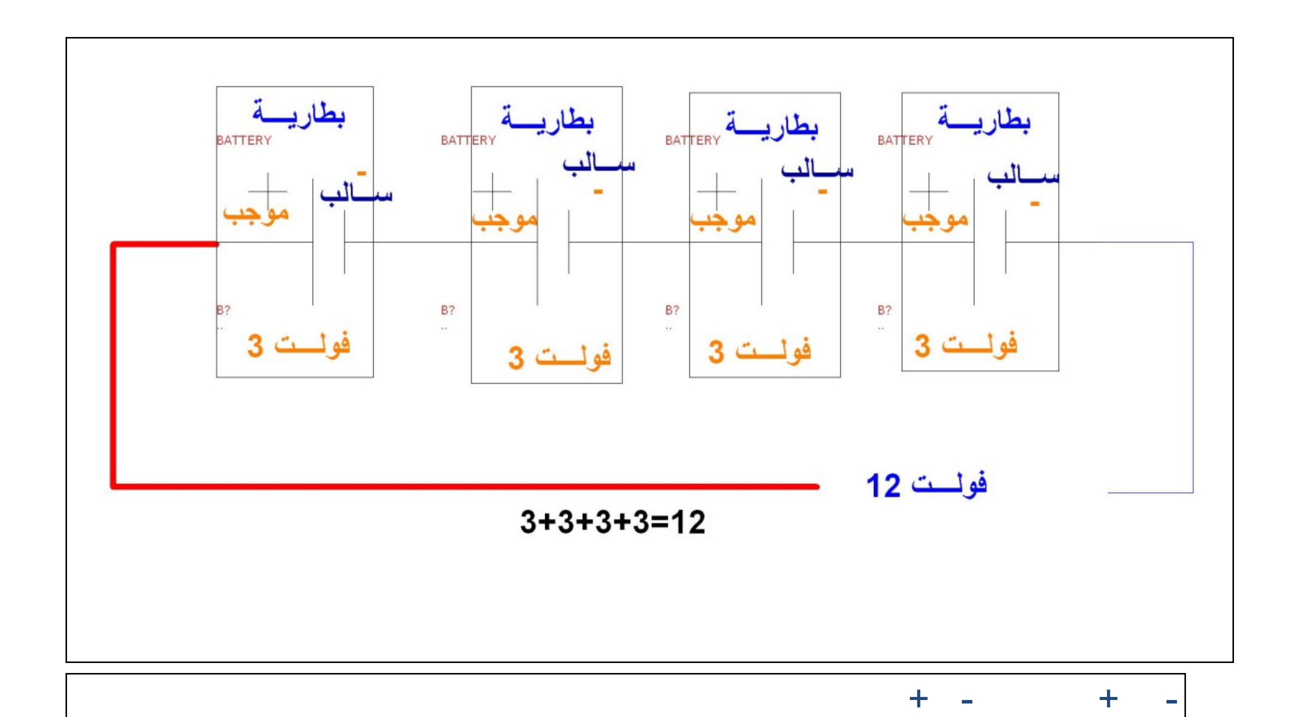
يحدث القصر أو الشورت عندما يتصل قطبين (قطبٌ موجب و قطبٌ سالب) مع بعضهما البعض من خلال مقاومة قيمتها تساوي صفر أوم ، أي أن دارة القصر أو الشورت يحدث عندما يتصل قطبٌ موجب مع قطبٌ سالب مباشرة دون أن تكون بينهما أية مقاومة أي دون أن يكون بينهما أي عنصرِ إلكتروني أي أنه بمجرد أن يتصل القطب الموجب مع القطب السالب دون حائل أي دون عنصر يحول بينهما تحدث دارة القصر أو الشورت).

يكون الجهد في حالة الشورت أو دارة القصر عند كلا القطبين مساوياً للصفر .



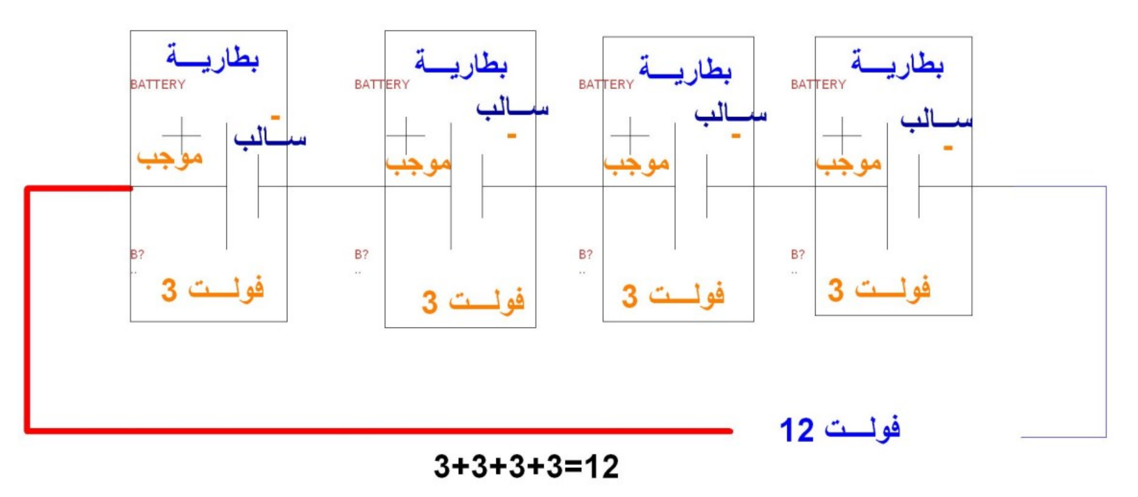
بالنسبة للدارة المفتوحة فإنها تمثل الحالة المعاكسة لحالة دارة القصر أو الشورت حيث يكون هنالك انقطاعٌ تام بين القطبين في حال الدارة المفتوحة و لذلك فإنه في حالة الدارة المفتوحة لا يمر أي تيارٍ كهربائي في الدارة و عندما نقيس دارة مفتوحة على المقياس يظهر لنا المقياس رمز الدارة المفتوحة OL.

عندما يتم وصل مصادر جهد (بطاريات مثلاً) عديدة مع بعضها البعض على التوالي (التسلسل) فإن مقدار ما تنتجه من جهد يساوي مجموع جهودها المختلفة شريطة أن تكون قطبياتها متوافقة مع بعضها البعض أي أن يكون موجب إحداها متصلٌ مع سالب الثانية.



- + - +

مثال على كيفية وصل مصادر الجهد (البطاريات مثلاً) مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) للحصول على جهدٍ يساوي مجموع جهود مصادر الجهد المختلفة بحيث تكون قطبيات مصادر الجهد متوافقة مع بعضها البعض (سالب – مع موجب +) (موجب + مع سالب -) الطريقة التي نضع فيها البطاريات في الكشافات الضوئية القديمة:



- + - +

سالب موجب سالب موجب

أو

+ - + -

موجب سالب موجل سالب

أما في حال ما إذا تم وصل مصادر الجهد (البطاريات مثلاً) مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) كذلك و لكن بقطبياتٍ متنافرة أي إذا تم وصل الأقطاب السلبية للبطاريات مع بعضها البعض و إذا تم وصل الأقطاب الموجبة للبطاريات مع بعضها البعض فإن الجهد الناتج لا يكون مساوياً لمجموع مصادر الجهد المتصلة مع بعضها بهذه الطريقة.

- - + +

نتذكر بأن الوصل على التوالي أو التسلسل يعني بأن يكون لدينا خط تغذية واحد تتوضع عليه العناصر الالكترونية و المكونات كما تتوضع حبات العقد أو السبحة أو عربات القطار مع بعضها البعض.

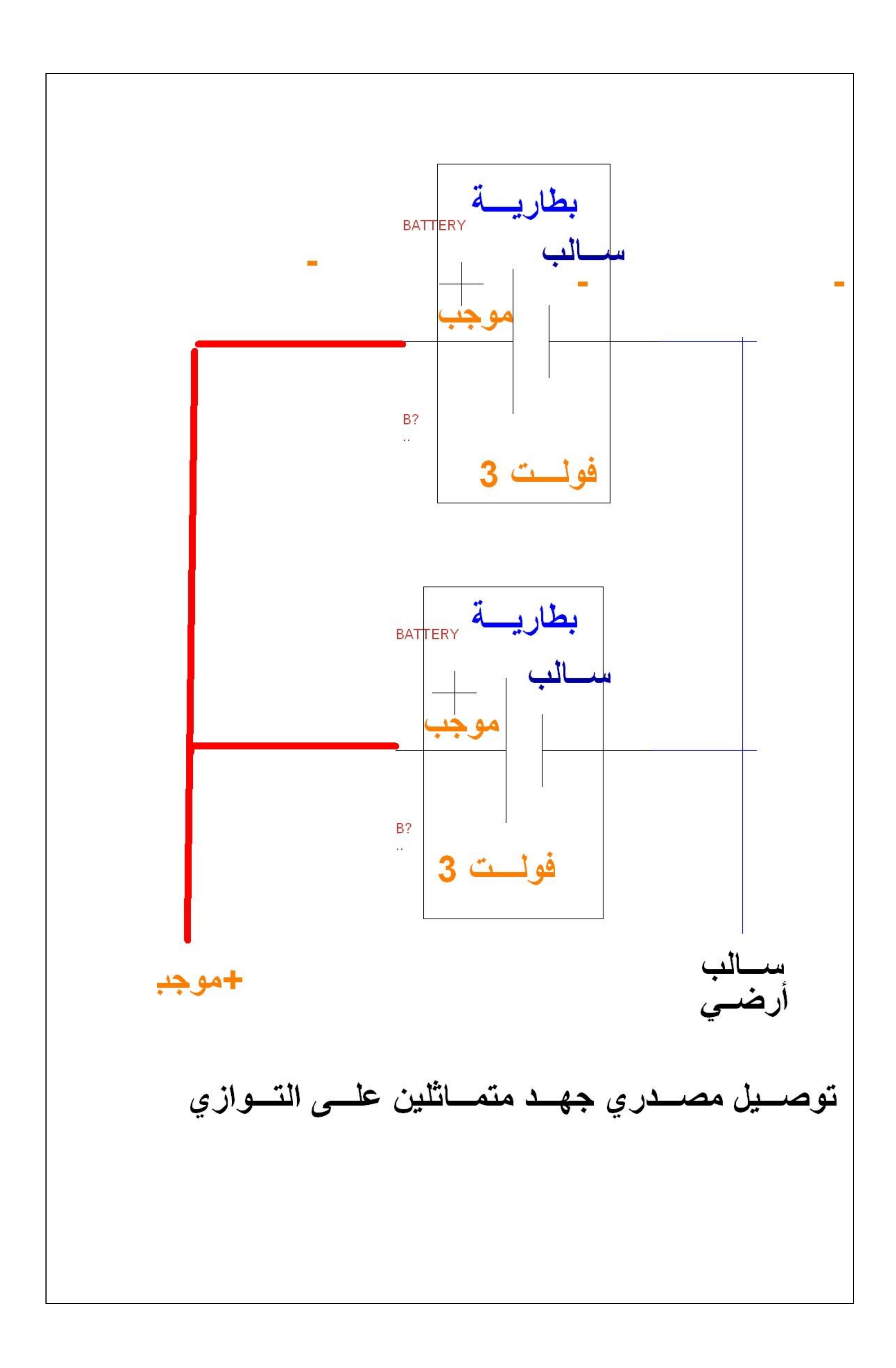
وصل مصادر الجهد (البطاريات أو المكثفات مثلاً) على التوازي (التفرع)

تذكر بأن الوصل على التوازي يعني بأن يكون لدينا خطي تغذية اثنين متوازيين أحدهما موجب و الآخر سالب و أن تتوضع العناصر و المكونات عليهما معاً بحيث يكون موجب كل عنصر متصل بالخط الموجب و أن يكون سالب كل عنصر متصل بالخط السالب.



وصل مصادر الجهد كالبطاريات و المكثفات على التوازي(التفرع):

لا يمكن أن يوصل أي مصدري جهد على التوازي إلا إذا كانا متماثلين.



توصـــيل مصـــدري جهـــد متمـــاثلين علـــى التـــوازي

ماذا يحدث إذا قمنا بوصل مصدري جهد غير متماثلين مع بعضهما البعض على التوازي؟

في هذه الحالة

سيحدث تداولٌ للتيار الكهربائي بينهما حيث سيتصرف مصدر الجهد الأقل كأنه حمل لمصدر الجهد الأكبر أي أن مصدر الجهد الأكبر سيقوم بتغذية مصدر الجهد الأدنى بالطاقة أما قيمة التيار الكهربائي الذي سيمر فإنها ترتبط بمقدار المقاومة الداخلية الموجودة فيهما و بما أن قيمة المقاومة الداخلية في حال وصل مصدري جهد غير متساويي القيمة مع بعضها البعض على التوازي تكون منخفضةً جداً فإن ذلك يتسبب في تدفق تيار كهربائي كبير بينهما مما سوف يؤدي إلى حدوث ارتفاعٍ كبير في درجة الحرارة و تلف الدارة بأكملها.

في حال أننا تمكنا من وصل مصدري جهد مع بعضهما البعض على التوازي دون حدوث مشكلات فإن الجهد الناتج سيكون ذو قيمة وسطية ما بين جهدي مصدري الجهد المتصلين و ذلك وفقاً لقيمة مقاومتهما الداخلية.

ماذا يحدث إذا قمنا بوصل مصدري جهد متساويين مع بعضهما البعض على التوازي؟

إن الجهد الناتج عند وصل مصدري جهد متساويين مع بعضهما البعض على التوازي سيكون مماثلاً لجهد أحدهما غير أن التيار الناتج (الأمبير) سيكون ذو قيمةٍ أعلى .



ليس هنالك أي مبررٍ لوصل مصدري جهد متساويين مع بعضهما البعض على التوازي إلا إذا كانت هنالك حاجة للحصول على تيارٍ أعلى(أمبير أكثر ارتفاعاً).

وصل مصادر التيار مع بعضها

وصل مصدري تيار كهربائي اثنين مع بعضهما البعض على التسلسل:

إن القيام بوصل مصدري تيار على التسلسل مع بعضهما البعض يماثل في سوئه وصل مصدري جهد مع بعضهما البعض على التوازي و لذلك فإنه نادراً جداً ما يستخدم.

و كما هي الحال بالنسبة إلى وصل مصدري جهد مع بعضهما البعض على التوازي فإنه يتوجب أن يكون مصدري التيار الذين يتم وصلهما مع بعضهما البعض على التوالي(التسلسل) متماثلين و متساويين.

إن وصل مصدري تيار مع بعضهما البعض على التسلسل سيكون خرقاً لقانون كيرتشوف الخاص بالتيار.

لا تقم بوصل مصدري تيار غير متساويين على التوالي(التسلسل) مع بعضهما البعض.

عند وصل مصدري تيار غير متماثلي القيمة مع بعضهما البعض على التوازي (التفرع) فإن التيار الناتج يساوي حاصل جمع هذين التيارين مع بعضهما البعض.

I_1+I_2

و إذا كان هذين التيارين الموصولين مع بعضهما البعض على التوازي ذوي اتجاهين متعاكسين فإن اتجاههما سيكون اتجاه مصدر التيار الأكبر، كما أن محصلتهما ستكون حاصل طرح أحدهما من الآخر:

I_1-I_2

مقاومة الحمل R_L : مقاومة الحمل هي مقاومة داخلية.

المكثف(المتسعة) و البطارية(المدخرة للطاقة)

ما هو وجه الشبه ما بين البطارية و المكثف؟

إن كلاً من البطارية و المكثف هما عنصران يقومان بتخزين الطاقة الكهربائية.

ما هو الاختلاف ما بين البطارية و المكثف؟

في البطارية يعمل التفاعل الإلكتروني على إنتاج الكترونات عند أحد قطبيها بينما يقوم ذلك التفاعل بامتصاص الالكترونات عند القطب الثاني.

أما المكثف فإنه لا يستطيع إنتاج الكترونات جديدة إنه فقط يقوم بتخزين الإلكترونات.



تقوم البطارية بإنتاج الكترونات جديدة.

لا يستطيع المكثف إنتاج الالكترونات و لكنه فقط يقوم بتخزينها.

يعتبر المكثف ثاني أكثر العناصر الالكترونية استخداماً في الدارات الالكترونية بعد المقاومة بينما تعتبر المقاومة العنصر الأكثر استخداماً على الاطلاق في الدارات الالكترونية.

يتألف المكثف من صفيحتين معدنيتين تفصل بينهما مادة عازلة.

إن مقدرة المكثف على تخزيم الشحنات الكهربائية يشار إليه بمصطلح (السعة) capacitance و رمزها الحرف c و السعة تمثل نسبة الشحنة المختزنة Qإلى فرق الاستطاعة potential difference ما بين الموصلات .

السعة تساوي الشحنة تقسيم الجهد :

$C=\frac{Q}{V}$

ولذلك كلما ازدادت سعة المكثف كان ذلك أفضل.

تقاس سعة المكثف بوحدة الفاراد Farad.

وصل المكثفات على التوازي

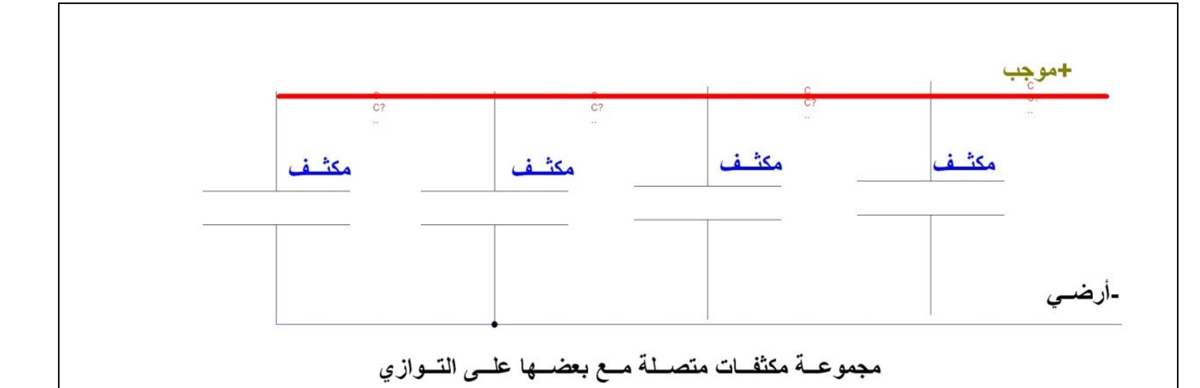
Capacitors in parallel

عندما يتم وصل عدة مكثفات على التوازي مع بعضها البعض فإن السعة المكافئة C_{eq} (الكلية) لتلك المكثفات تساوي مجموع سعات جميع تلك المكثفات :

$\therefore C=C_1+C_2+C_3...C_n$

السعة المكافئة C_{eq} (الكلية) لمجموعة مكثفات متصلة مع بعضها البعض على التوازي تساوي سعة المكثف الأول C_1 زائد سعة المكثف الثاني C_2 زائد سعة المكثف الثالث C_3 زائد سعات جميع المكثفات الأخرى المتصلة على التوازي مهما كان عددها C_n...

أي عدد من المكثفات أياً يكن C_n.



مجموعـة مكثفــات متصـلة مـع بعضــها علــى التــوازي

المكثفات المتصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل)

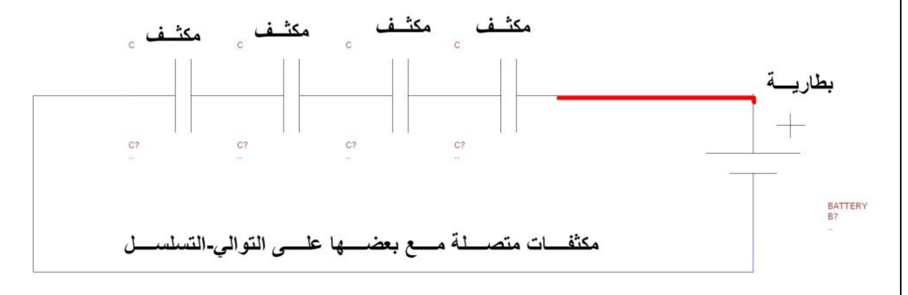
Capacitors in series

بالنسبة لعدة مكثفاتٍ متصلة مع بعضها البعض على التوالي فإن مقلوب السعة الكلية المكافئة لتلك المكثفات يساوي ناتج جمع مقلوب جميع تلك المكثفات.

$$\frac{1}{C\,eq}=\frac{1}{C\,1}+\frac{1}{C\,2}+\ldots\frac{1}{C\,n}$$

بالنسبة لعدة مكثفاتٍ متصلة مع بعضها البعض على التوالي فإن مقلوب السعة الكلية المكافئة لتلك المكثفات$\frac{1}{C\,eq}$ يساوي ناتج جمع مقلوب جميع تلك المكثفات أي أن مقلوب السعة الكلية المكافئة لتلك المكثفات C_{eq} يساوي مقلوب سعة المكثف الأول $\frac{1}{C\,1}$ زائد مقلوب سعة المكثف الثاني $\frac{1}{C\,2}$ زائد مقلوب سعة المكثف الثالث + مقلوب جميع المكثفات الأخرى أياً كان عددها $\frac{1}{C\,n}$ المتصلة على التوالي مع ذلك المكثف.

المقلوب أو المعكوس الرياضي لقيمة ما يساوي ناتج تقسيم العدد واحد على تلك القيمة.



مكثفـــات متصـــلة مـــع بعضـــها علـــى التوالي-التسلســـل

ارضـي الـدارة



تذكر دائماً بأن طريقة حساب مجموعة مكثفات متصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) تماثل طريقة حساب مجموعة مقاومات متصلة مع بعضها البعض على التوازي .

كما أن طريقة حساب القيمة الكلية لمجموعة مكثفات متصلة مع بعضها البعض على التوازي تماثل طريقة حساب القيمة المكافئة الكلية لمجموعة مقاومات متصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل).

التحريض المغناطيسي

induction

تحيق الحقول المغناطيسية بكل جسم يمر فيه تيارٌ كهربائي و تتخذ الحقول المغناطيسية شكل حلقاتٍ متحدة المركز أو دوائر متراكزة (متحدة المركز)concentric تتوضع حول خطوط تدعى بخطوط الحقول المغناطيسية و كلما كان التيار الكهربائي الذي يسري في الخط أكبر كانت خطوط الحقل المغناطيسي أكثر عدداً.

قانون فارداي الأول

Faraday's Law

عندما يوضع موصلٌ كهربائي في حقلٍ مغناطيسي فإن حقلاً مغناطيسياً يتحرض على امتداد ذلك الموصل ، و إذا كان ذلك الموصل عبارة عن دائرة مغلقة فإن التيار المتحرض سيتدفق عبرها.

قانون فارداي الثاني :

الحقل المغناطيسي المتحرض يتناسب مع معدل التغير في التدفق المغناطيسي .

عندما نضع مغناطيساً قرب سلك لا يحدث أي شيء مالم نحرك المغناطيس عبر لفافة السلك(الملف).



الملفات النحاسية في الدارات الإلكترونية

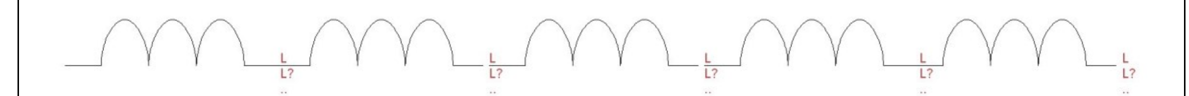
الملفات النحاسية copper coil في الدارات الإلكترونية ليست إلا محرضات inductor و كما هي حال المكثفات فإن المحرضات (مثل الملفات السلكية)عبارة عن عناصر تقوم بتخزين الطاقة الكهربائية و لكن بطريقةٍ مختلفة فبينما يقوم المكثف بتخزين الطاقة الكهربائية على صورة طاقةٍ كهربائية ساكنة electrostatic energy فإن المحرضات(الملفات) تقوم بتخزين الطاقة الكهربائية على صورة طاقة مغناطيسية ، غير أن المحرضات (الملفات) لا تستخدم عادةً كوسائط تخزين للطاقة الكهربائية و إنما فإنها تستخدم (كما هي حال المكثفات) كمرشحات(فلاتر) حيث تقوم هذه الملفات بتنقية التيار الكهربائي و إزالة الشرارات منه تماماً كما تفعل المكثفات و ترجع هذه المقدرة على الأغلب إلى ظاهرة التحريض الذاتي self-inductance .

إن مقدرة المحرضات على معارضة التغيرات في التيار تدعى بظاهرة التحريض الذاتي و يرمز لها بالحرف L و تقاس بوحدة الهنري **Henry**.



وصل ملفات التحريض على التوالي(التسلسل)

Inductor in series



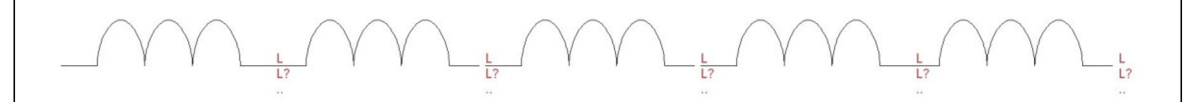
ملفـــات متصـــلة مـــع بعضـــها علـــى التوالي-التسلســـل

بخلاف المكثفات و كما هي حال المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوالي (التسلسل) فإن قيمة التحريض الكلي لعددٍ من ملفات التحريض المتصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) يساوي مجموع قيم ملفات التحريض تلك.

$L_{eq}=L_1+L_2+L_3...L_n$

أي أن قيمة التحريض المكافئ (الكلية) L_{eq} لعددٍ من ملفات التحريض يساوي قيمة ملف التحريض الأول L_1 زائد قيمة ملف التحريض الثاني L_2 زائد قيمة ملف التحريض الثالث L_3 و هكذا إلى ما لا نهاية و لغاية عددٍ لانهائي من مجموع قيم ملفات التحريض L_n المتصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل).

شريطة أن لا يكون هنالك أي تداخلٍ أو تفاعل فيما بين الحقول المغناطيسية الخاصة بملفات التحريض تلك مع بعضها البعض.

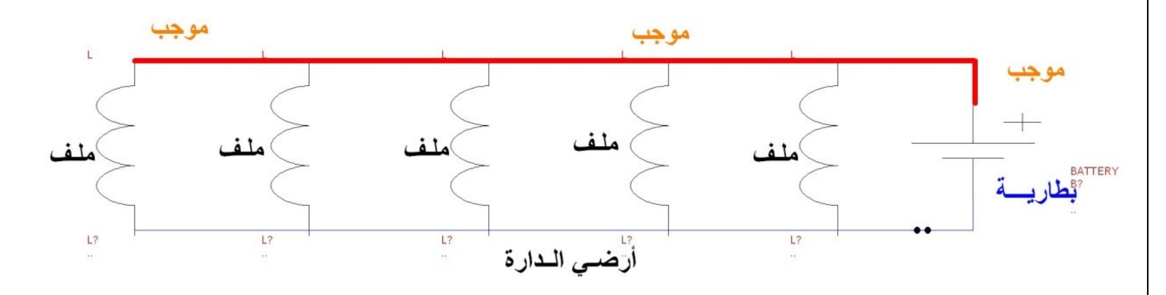


ملفـــات متصـــلة مـــع بعضـــها علـــى التوالي-التسلســـل



و صل ملفات التحريض على التوازي(التفرع)

Inductors in Parallel



ملفــات متصــلة مــع بعضــها علــى التــوازي

كما هي حال المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوازي و بخلاف المكثفات المتصلة مع بعضها البعض على التوازي فإن مقلوب قيمة التحريض المكافئة(الكلية) لمجموعة ملفات تحريض متصلة مع بعضها البعض على التوازي يساوي مجموع مقلوب قيم التحريض في ملفات التحريض تلك:

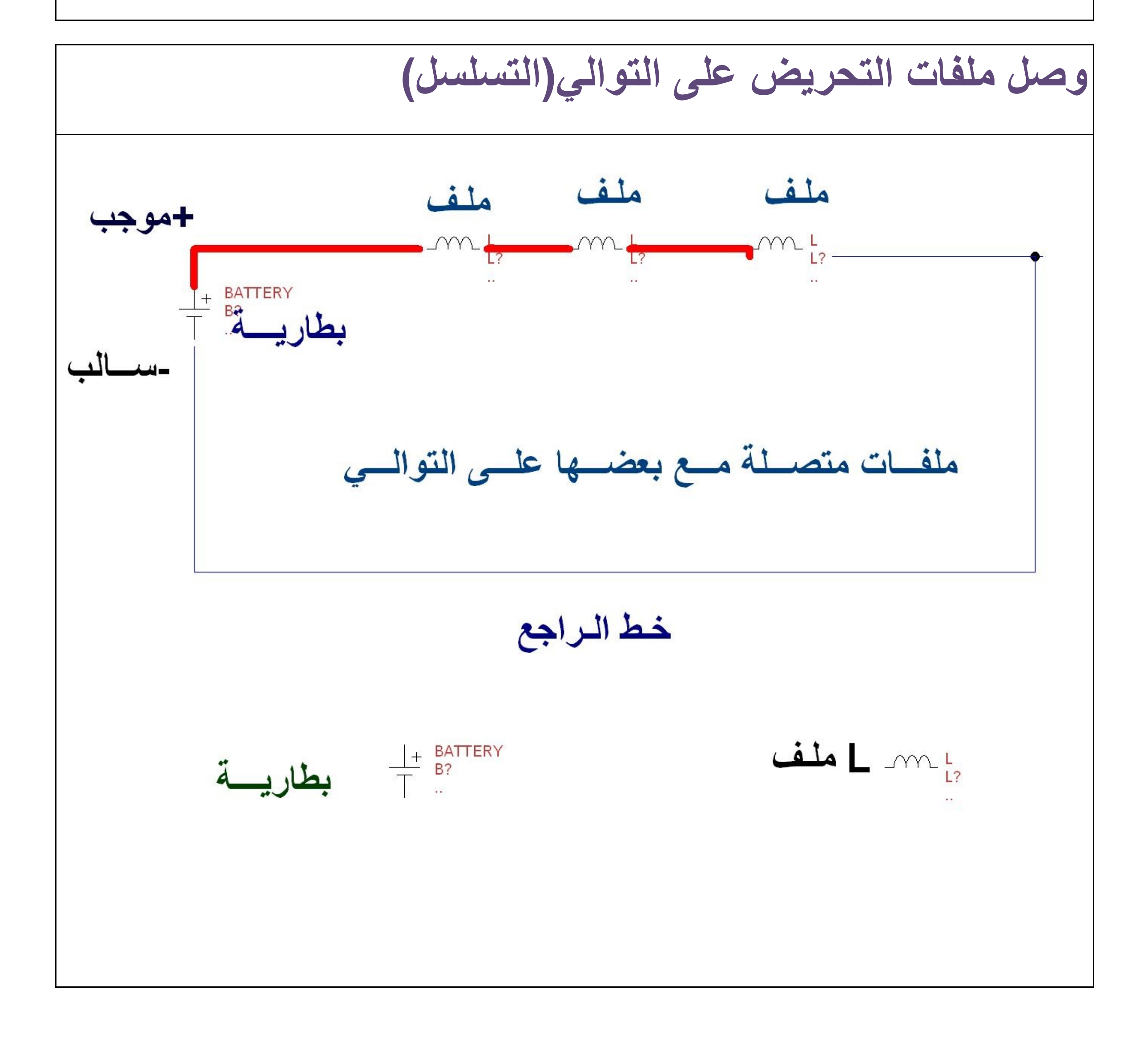
$$\frac{1}{Leq}=\frac{1}{L1}+\frac{1}{L2}+\ldots+\frac{1}{Ln}$$

أي أن :

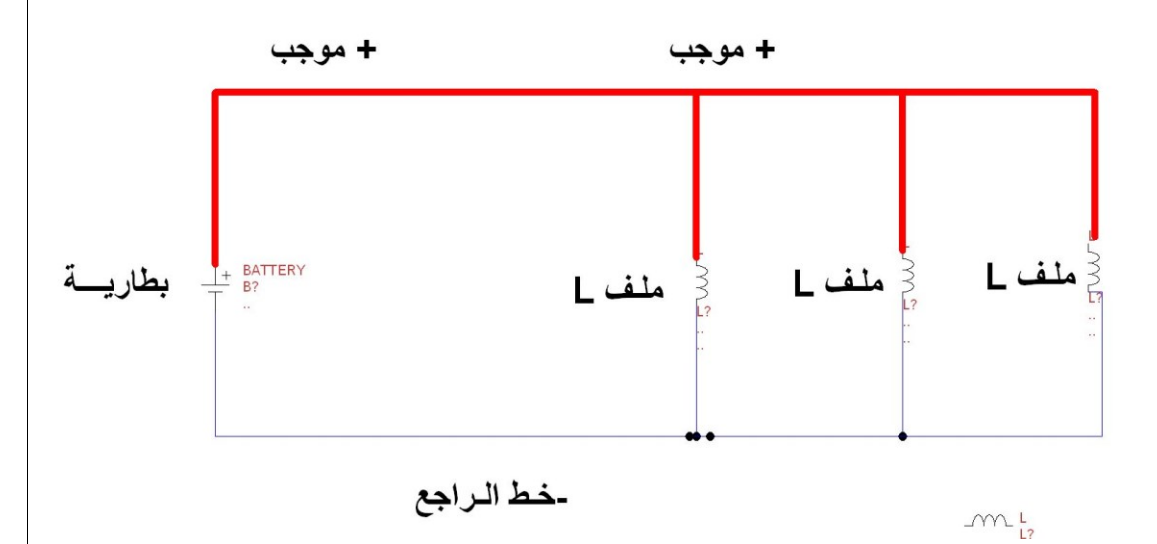
مقلوب قيمة التحريض المكافئة(الكلية) لمجموعة ملفات تحريض متصلة مع بعضها البعض على التوازي$\frac{1}{Leq}$ يساوي مقلوب قيمة ملف التحريض الأول $\frac{1}{L1}$ زائد مقلوب قيمة ملف التحريض الثاني $\frac{1}{L2}$ زائد مجموع مقلوب جميع قيم الملفات الأخرى المتصلة كذلك معها على التوازي أياً كان عددها

$$\frac{1}{Ln}$$

وصل ملفات التحريض على التوالي(التسلسل)



وصل ملفات التحريض على التوازي (التفرع) :





ملاحظات:

عليـنا الانتباه كيف أنـنا في حالة توصيل ملفات التحريض على التوالي (التسلسل) قمنا بوصل تلك الملفات على خط تغذية واحد (موجب) كما نصل حبات السبحة أو حبات العقد أو عربات القطار مع بعضها البعض.

أما في حالة وصل ملفات التحريض على التوازي (التفرع) فقد كان لدينا خطي تغذية اثنين و ليس خط تغذية واحد : خط تغذية موجب و خط تغذية سالب و كيف أن كل عنصر كان متصلاً بكلا

هذين الخطين أي أن القطب الموجب للعنصر كان متصلاً بخط التغذية الموجب بينما كان القطب السالب متصلٌ بخط التغذية السالب في الدارة.



و هنالك ملاحظة شديدة الأهمية يتوجب علينا الانتباه لها و هي أنه في حال وصل ملفات التحريض مع بعضها البعض على التوالي (التسلسل) كان مصدر الطاقة في الدارة مصدر تيار (أمبير) ، أما في حال وصل ملفات التحريض مع بعضها البعض على التوازي فقد كان مصدر الطاقة الكهربائية مصدر جهد (فولت) و ليس مصدر تيار.

عندما يتم وصل ملف تحريض إلى مصدر تيارٍ مباشر DC (تيار مستمر كتيار البطارية و ليس تيار شبكة الكهرباء) فإن ذلك الملف يتصرف كأنه دارةٌ مفتوحة Open circuit

التيار المتردد AC

يمر التيار المتردد أو التيار المتناوب بمرحلتين اثنتين متعاقبتين و هما :

نصف الدورة الموجبة و نصف الدورة السالبة .

خلال مرحلة نصف الدورة الموجبة فإن الجهد (و التيار) يزداد بشكلٍ تدريجي من الصفر إلى أقصى قيمة له ثم يبدأ بعد ذلك بالانخفاض التدريجي ليصل مجدداً إلى الصفر.

و خلال نصف الدورة السلبية يحدث الأمر ذاته و لكن بصورةٍ معاكسة حيث يهبط الجهد من الصفر إلى ما دون الصفر أي أنه يصل إلى القيم السلبية التي تقع تحت الصفر و بعد أن يصل إلى أدنى قيمةٍ له فإنه يرتفع مجدداً ليصل إلى الصفر و هكذا دواليك.

القيمة اللحظية Instantaneous value

تمثل القيمة اللحظية قيماً محددة تم تسجيلها خلال لحظاتٍ محددة مثلاً قيم الجهد خلال لحظاتٍ محددة .

يشار دائماً إلى القيم اللحظية بأحرف صغيرة.

الدورة Cycle

الدورة هي جزءٌ من الموجة و هي الجزء الذي عند تكراره يشكل موجةً كاملة.

التردد Frequency

التردد هو عدد الدورات التي تتعاقب خلال ثانية من الزمن و يعبر عنها بالدورة في الثانية أو الهرتز Hertz ، فالموجة التي يبلغ ترددها مثلاً 100 هرتز فذلك يعني بأنها تكمل مئة دورة في الثانية الواحدة .

يشار للتردد بالرمز f.

هنالك علاقةٌ عكسية ما بين التردد و الزمن إذ أنه كلما ارتفع التردد نقصت المدة الزمنية و العكس صحيح أي أنه كلما انخفض التردد ازدادت المدة الزمنية.



دارات المقاومة resistive circuit

في دارات المقاومة الصرفة يكون كلٌ من الجهد(الفولت) و التيار(الأمبير) متوافقين و متزامنتين In phase و خلال نصف الدورة الأول للموجة (النصف العلوي من الموجة الذي يكون فوق مستوى الصفر) يكون كلٌ من الجهد و التيار موجبين.لماذا؟

لأن كلاً منهما يكونان فوق مستوى الصفر.

و بما أن الاستطاعة power هي ناتج ضرب كلاً من الجهد (الفولت) و التيار(الأمبير) مع بعضهما البعض فإن الاستطاعة تكون كذلك ذات قيمة موجبة.

لماذا؟

لأن موجب ضرب موجب يساوي موجب.

و خلال نصف الدورة الثاني الذي تمر به الموجة (النصف الذي يقع تحت خط الصفر) فإن كلاً من الجهد و التيار يكونان سلبيين.

لماذا؟

لأن نصف الدورة السفلي يكون تحت مستوى الصفر.

غير أن الاستطاعة تكون موجبة.

لماذا؟

لأن الاستطاعة هي ناتج ضرب كلٍ من الجهد و التيار ببعضهما البعض ،و بما أن كلاً من الجهد و التيار يكونان في نصف الدورة السفلي الثاني ذو القيمة السلبية و بما أن سالب ضرب سالب يعطي موجب فإن الاستطاعة تكون كذلك موجبة.

سالب×سالب=موجب



الدارات التحريضية الصرفة (دارة الملفات)Inductive circuits .

في دارات الملفات التحريضية الصرفة فإن التيار الكهربائي يتأخر عن الجهد(الفولت) بزاوية قدرها 90° درجة و لذلك فإن عامل الاستطاعة يكون مساوياً للصفر كما أن معدل الاستطاعة average powerيكون كذلك صفراً .

و في دارات الملفات التحريضية الصرفة تمر موجة الطاقة بعدة مراحل:

المرحلة الأولى :

يكون خلال هذه المرحلة كلٌ من التيار(الأمبير) و الجهد(الفولت) ذوي قيمة موجبة و لذلك فإن الاستطاعة التي هي ناتج ضرب التيار بالجهد تكون كذلك ذات قيمةٍ موجبة:

موجب×موجب=موجب

التيار الموجب×الجهد الموجب←استطاعة موجبة .

أي أنه خلال هذه المرحلة يكون كلٌ من التيار و الجهد في نصف الدورة أو نصف الموجة الذي يقع فوق مستوى الصفر.

و خلال هذه المرحلة يقوم ملف التحريض بامتصاص الطاقة الكهربائية وذلك لإنتاج حقلٍ مغناطيسي magnetic field .

خلال المرحلة الثانية يكون التيار(الأمبير) موجباً بينما يكون الجهد(الفولت) سلبياً و لذلك فإن تكون الاستطاعة ذات قيمة سلبية. لماذا؟

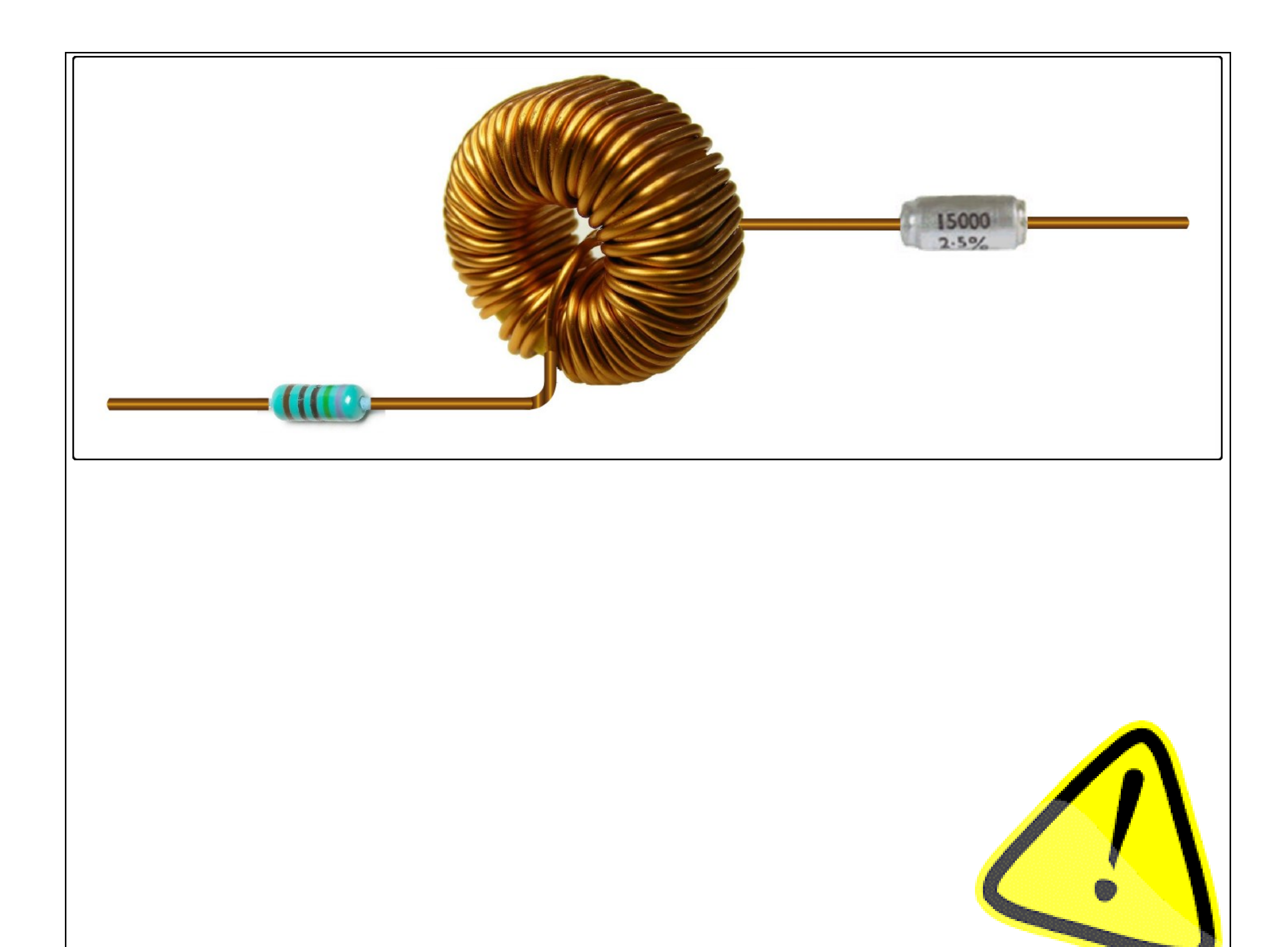
لأن الاستطاعة هي ناتج ضرب الجهد في التيار ، و بما أن التيار يكون موجباً و الجهد سالب ، و بما أن موجب ضرب سالب يساوي سالب فإن الاستطاعة تكون سلبية.

الاستطاعة السلبية تعني بأنه سيتم إعادة الطاقة إلى المصدر و هو ما يؤدي إلى انهيار الحقل المغناطيسي ، و هذا الأمر يستغرق المرحلتين اللاحقتين كذلك.

أي أنه خلال الدورة الكاملة يكون معدل الاستطاعة التي يمتصها ملف التحريض مساوياً للصفر.



إن ملف التحريض الصرف لا يقوم بتبديد الطاقة كما تفعل المقاومة و لكنه يقوم فقط بتخزين الطاقة الكهربائية على صورة حقلٍ مغناطيسي و من ثم فإنه يقوم بإعادتها لاحقاً إلى مصدرها .



دارة المكثف capacitive circuit

في دارة المكثف الصرفة فإن التيار(الأمبير) يتقدم على الجهد(الفولت) بزاويةٍ قدرها 90° و بشكلٍ مشابهٍ لدارة ملف التحريض الصرفة فإن كلاً من عامل الاستطاعة و معدل الاستطاعة يكونان صفراً.

خلال المرحلة الأولى فإن كلاً من الجهد(الفولت) و التيار(الأمبير) يكونان موجبين و لذلك فإن الاستطاعة تكون كذلك موجبة.لماذا؟

لأن الاستطاعة هي ناتج ضرب التيار الذي هو هنا موجب في الجهد الذي هو هنا موجبٌ كذلك.

موجب×موجب=موجب

خلال المرحلة الأولى يقوم المكثف(المتسعة) بامتصاص القدرة فتتجمع داخله شحنة كهربائية و طاقة من الكهرباء الساكنة.

خلال المرحلة الثانية يكون الجهد موجباً بينما يكون التيار سلبياً و لذلك فإن الاستطاعة تكون سلبية : موجب×سالب=سالب.

يبدأ المكثف بعد ذلك بتفريغ شحنته معيداً بذلك الكهرباء الساكنة التي قام بتجميعها إلى مصدرها.

تتواصل هذه العملية خلال المرحلتين التاليتين كذلك.



إن معدل امتصاص المكثف للطاقة خلال الدورة الكاملة (دورة الشحن و التفريغ) التي تتألف من أربع مراحل يكون مساوياً للصفر.



إن المقاومات هي المكون الالكتروني الوحيد الذي يقوم بامتصاص و تبديد الطاقة الكهربائية و إضاعتها أما ملفات التحريض و المكثفات فإنها لا تقوم بتبديد الطاقة الكهربائية و إنما فإنها تقوم فقط بامتصاص الطاقة الكهربائية لبرهةٍ من الزمن و من ثم فإنها تعيدها إلى مصدرها.

إن كلاً من المقاومة التحريضية (مقاومة الملفات) و المقاومة السعوية (مقاومة المكثف) تعارضان بعضهما البعض .



عند ترددٍ معين يدعى بتردد الرنين resonance frequency فإن كلاً من المقاومة التحريضية(مقاومة الملف) و المقاومة السعوية(مقاومة المكثف) تصبحان متساويتين و بذلك فإن الدارة تصبح دارة مقاومة صرفة .

تتألف دارة الرنين من مكثف و ملف تحريض و عند تردد الرنين فإن كلاً من الملف و المكثف يتبادلان الطاقة بينهما ربما إلى ما لا نهاية بشكلٍ مشابهٍ نوعاً ما لما يدعى بالطاقة الحرة.

سلوك الملف :

تتناسب مقاومة الملف بشكل طردي مع التردد : كلما ازداد تردد تيارٍ ما مار في ملف تزداد مقاومة ذلك الملف لذلك التيار .

و العكس صحيح إذ كلما انخفض تردد تيارٍ ما يمر في ملفٍ ما انخفضت مقاومة ذلك الملف لذلك التيار.

إذاً فإن الملف يعمل على المحافظة على التيار ضمن حدودٍ معينة و بذلك فإن الملف يعمل على منع ارتفاع التيار و منع انخفاضه عن حدود معينة.

سلوك المكثف :

تتناسب مقاومة المكثف بشكلٍ عكسي مع التردد .

كلما ارتفع تردد التيار انخفضت مقاومة المكثف لذلك التيار و العكس صحيح إذ أنه كلما انخفض تردد التيار ازدادت مقاومة المكثف لذلك التيار .

يبدي المكثف مقاومةً لا نهائية إذا كان التردد يساوي الصفر إلى درجة أنه لا يمرر ذلك التيار .

إن مقاومة المكثف تنخفض كلما ارتفع التردد و بالتالي يزداد تدفق التيار عبر المكثف.

إذاً فإن الخواص الكهربائية للمكثف و الملف تكون متناقضة مع بعضها البعض .

و عندما نجمع بين مكثفٍ و ملف فإننا نحصل على دارة تدعى بدارة الرنين .

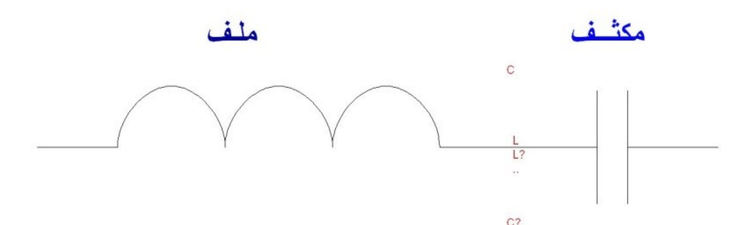
كلما ارتفع التردد تزداد مقاومة الملف بينما تتدنى مقاومة المكثف إلى أن نصل إلى ترددٍ معين تتساوى فيه المقاومتين و عند ذلك التردد تستغني دارة الرنين عن التغذية الكهربائية و تصبح ذاتية التغذية حيث يفرغ المكثف شحنته في الملف الذي تتولد فيه قوة محركة تعاكس في الاتجاه و تساوي في القوة التيار الذي قام المكثف بتفريغه و بذلك فإن تلك القوة تشحن المكثف مجدداً و هكذا إلى ما لا نهاية...

الدارة السابقة هي دارة الناخب في أجهزة الراديو القديمة و هي دارةٌ لا تحتاج إلى تغذية كهربائية.

دارة الرنين التسلسلية

في دارة الرنين التسلسلية يكون المكثف متصلاً على التوالي(التسلسل) مع الملف.

تكون مقاومة دارة الرنين التسلسلية في أدنى مستوياتها عند تردد الرنين بينما تزداد مقاومة دارة الرنين كلما ارتفعنا فوق مستوى تردد الرنين أو هبطنا دون مستوى تردد الرنين.



فـــي دارة الـــرنين التسلســـلية يكـــون المكثـــف متصـــلاً علـــى التوالي(التسلســـل) مـــع الملـــف

تستخدم دارة الرنين التسلسلية في التخلص من ترددٍ معين مع المحافظة على بقية الترددات.

لنفترض بأن لدينا الترددات التالية :

500 كيلو هرتز

600 كيلو هرتز

700 كيلو هرتز

800 كيلو هرتز

900 كيلو هرتز

و لنفترض بأن تردد رنين دارة الرنين التسلسلية هو 700 كيلو هرتز.

إن ذلك يعني بأن دارة الرنين التسلسلية سوف تقوم بحذف تردد الرنين ، أي التردد 700 كيلو هرتز بينما ستبقي على الترددات الأخرى:

500 كيلو هرتز

600 كيلو هرتز

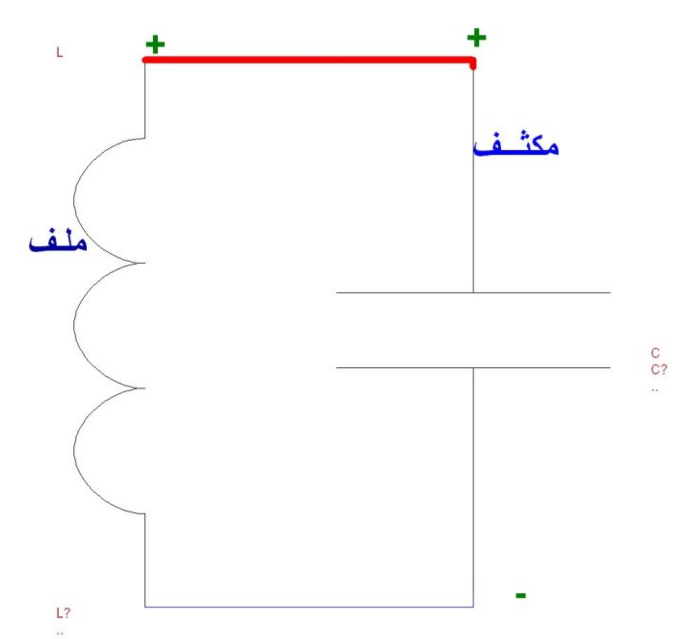
800 كيلو هرتز

900 كيلو هرتز

دارة الرنين المتوازية

في دارة الرنين المتوازية يكون الملف متصلاً على التوازي مع المكثف.

تكون مقاومة دارة الرنين المتوازية على أشدها و في أقصى درجاتها عند ترددٍ معين و هو تردد الرنين بينما تنخفض مقاومة دارة الرنين المتوازية كلما ارتفع التردد فوق مستوى تردد الرنين كما تنخفض مقاومة دارة الرنين المتوازية كلما انخفض التردد إلى ما دون مستوى تردد الرنين.



.فــي دارة الــرنين المتوازيـــة يكـــون الملـــف متصـــلاً علـــى التـــوازي مـــع المكثـــف

تستخدم دارات الرنين المتوازية في انتخاب ترددٍ وحيد وهو تردد الرنين و الإبقاء عليه من بين عدة تردداتٍ متاحة:

لنفترض بأن لدينا الترددات التالية :

500 كيلو هرتز

600 كيلو هرتز

700 كيلو هرتز

800 كيلو هرتز

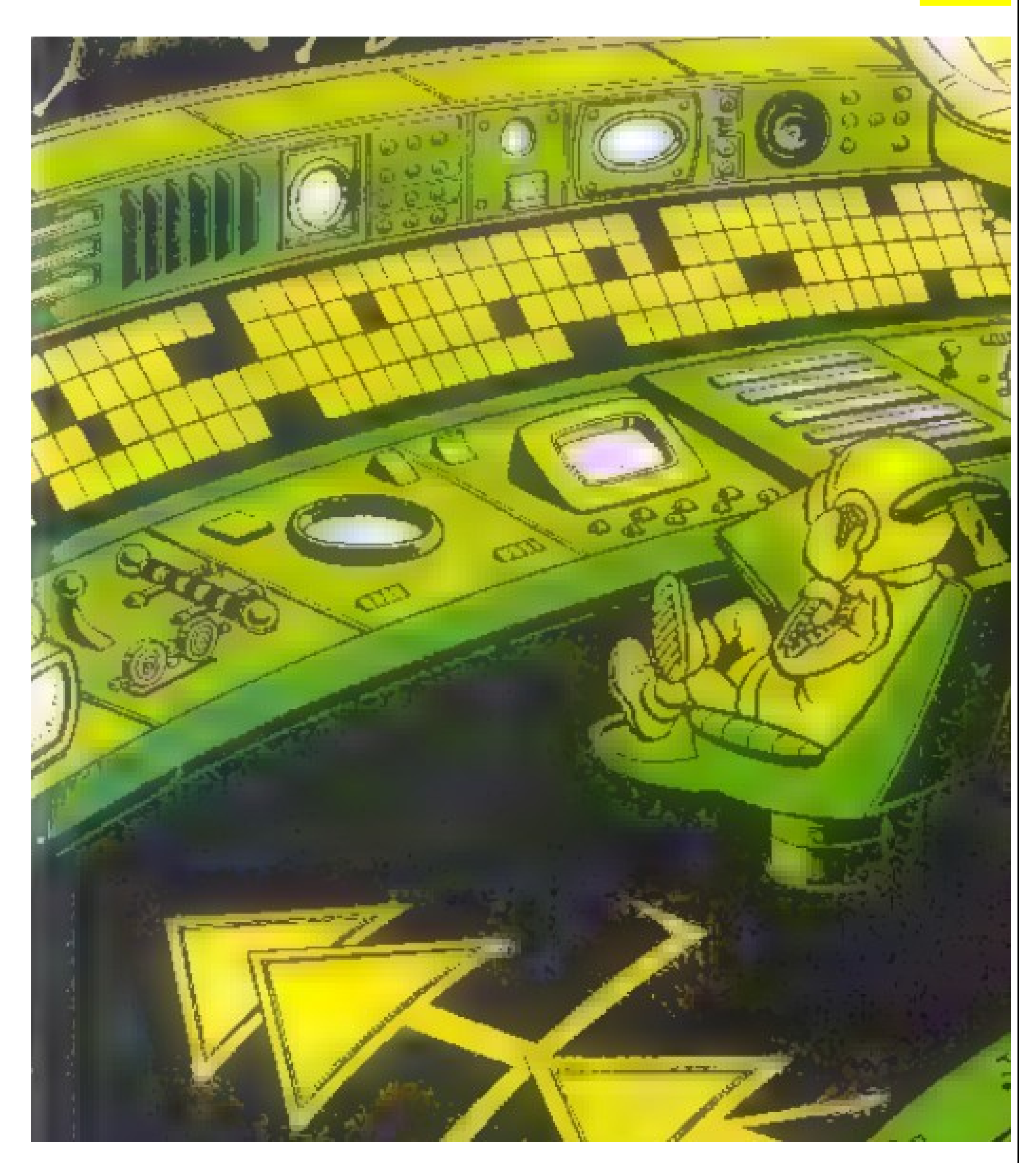
900 كيلو هرتز

و لنفترض بأن تردد رنين دارة الرنين المتوازية هو 900 كيلو هرتز.

إن ذلك يعني بأن دارة الرنين المتوازية سوف تقوم بحذف جميع الترددات و لن تبقي إلا على تردد الرنين الذي هو بالطبع 900 كيلة هرتز :

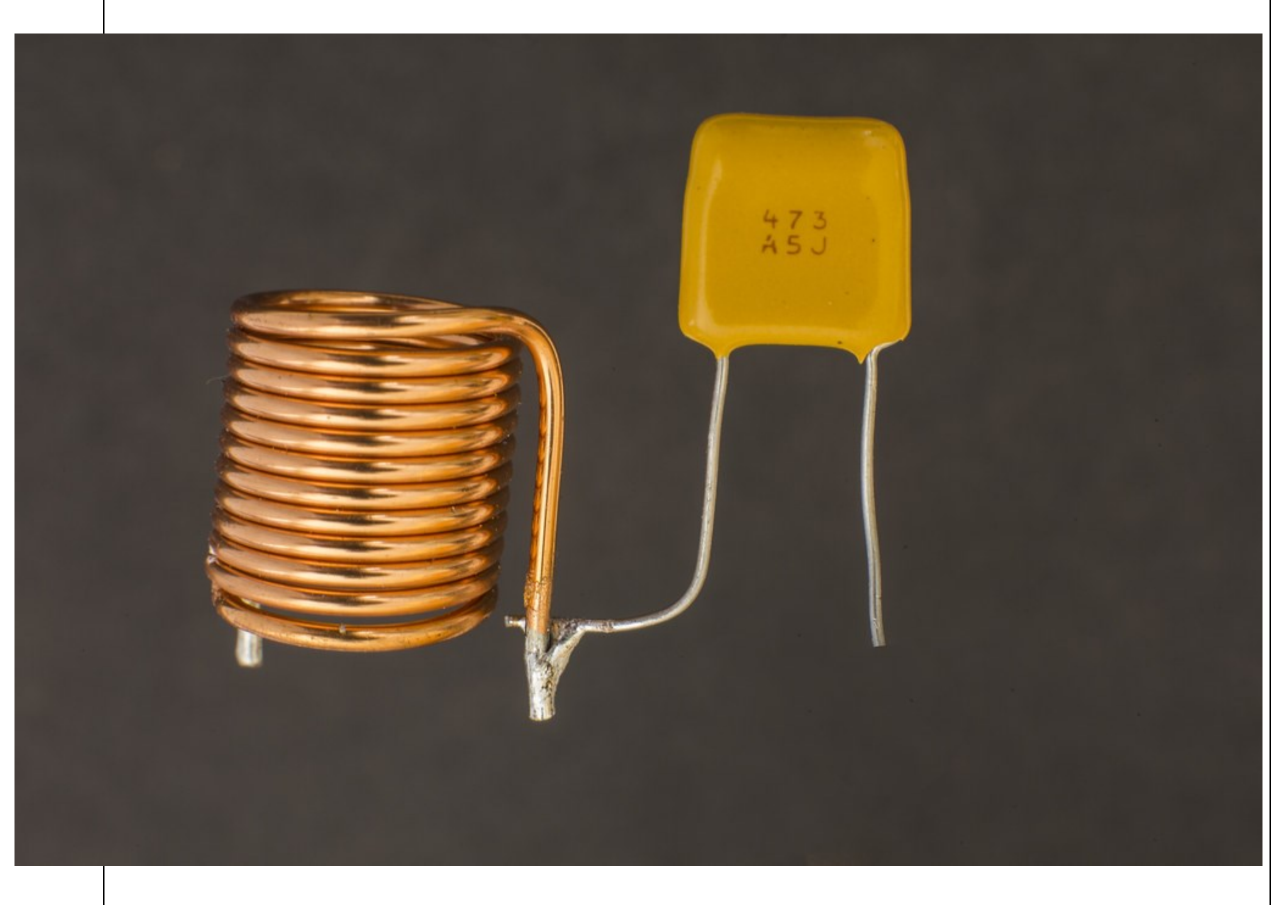
900 كيلو هرتز

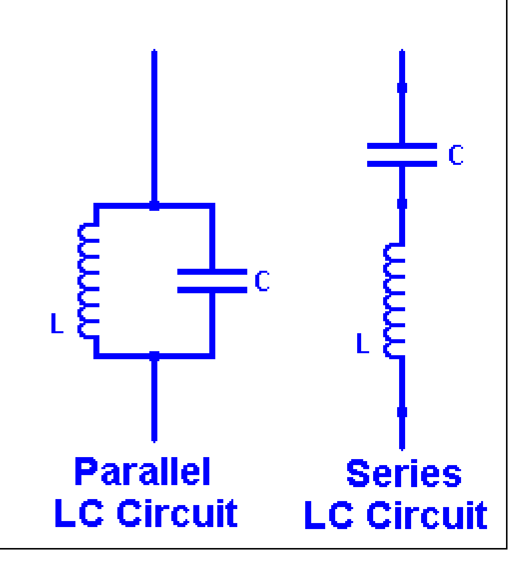
لا تحتاج دارة الرنين المتوازية إلى جهد تغذية و هذه الدارة هي دارة الناخب في أجهزة الراديو القديمة .



لا ينصح عادةً بوصل مقاومة مع ملف لأن المقاومة تقلل من فاعلية الملف.

دارة رنين تسلسلية تتألف من مكثف و ملف متصلين على التوالي(التسلسل)







كيف نصنع دارة رنين؟

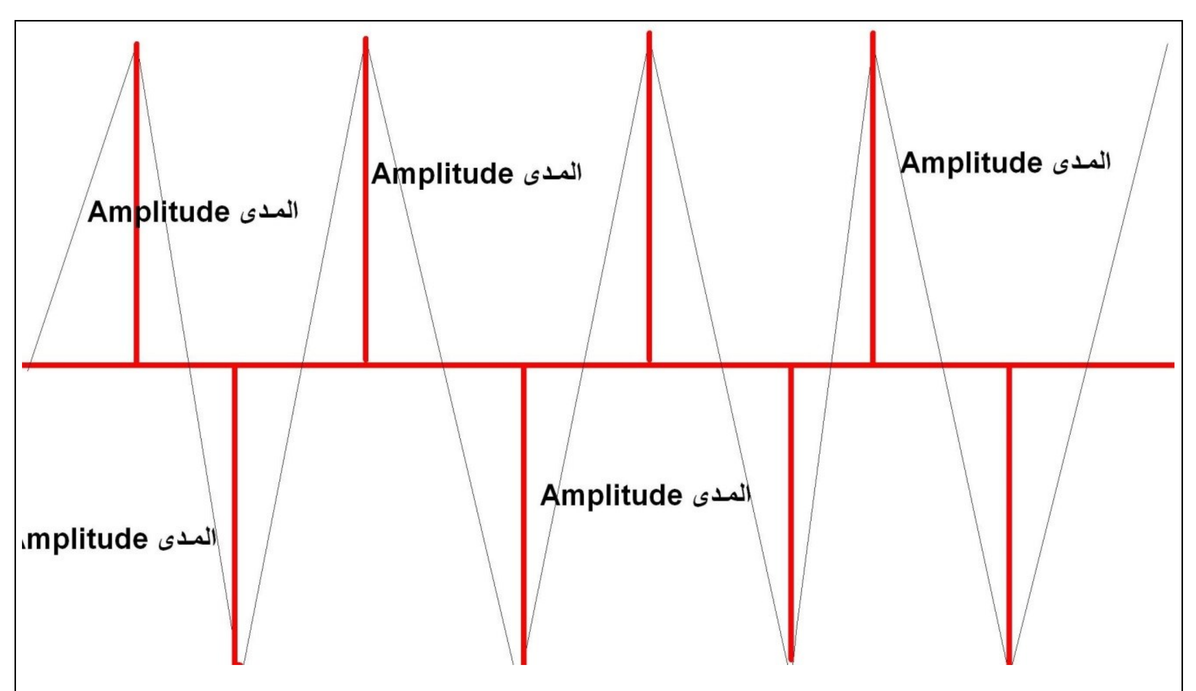
قيمة الملف مقاسةً بالميلي هايرن غالباً ما تكون عشرة أضعاف قيمة المكثف (المتسعة) مقاسةً بالميكرو فاراد.

مثال : مع مكثف سعته 10 مايكرو فاراد يتم استخدام ملف قيمته 100 ميلي هايرن.

اختلاف الطور   Phase difference

إن اختلاف الطور بين شارتين لهما التردد ذاته يعني بأن إحدى هاتين الشارتين متقدمة أو متأخرة عن الشارة الأخرى.

يقال عن شارةٍ دورية A periodic signal بأنها متوافقة الطور in phase مع شارةٍ أخرى إذا كانت متزامنةًً معها أي إذا كانت كلتا هاتين الشارتين تبتدآن معاً و تنتهيان معاً.



المدى هو أعلى قيمة تصل إليها كمية متغيرة سواءً أكانت قيمةً سلبية أو قيمةً إيجابية.

m=Maximum

I_m التيار الأقصى

V_m الجهد الأقصى

عندما يكون كلٌ من التيار و الجهد متزامنين فإن الإزاحة تكون عندها مساوية للصفر :

Phase shift =0



إن ملف التحريض الذي نجده على اللوحات الالكترونية على شكل لفافات نحاسية هو مكونٌ كهربائي يمنع حدوث أي تغيرٍ في التيار الكهربائي (و ليس في الجهد) نظراً لما يتمتع به ملف التحريض من خاصية التحريض الذاتي self-inductance.



و عندما يتم وصل ملف تحريض إلى مصدر تيارٍ متردد (متناوب) فإن ذلك التيار المتناوب بحكم طبيعته سيتغير من حيث قيمته و اتجاهه و بما أن مهمة ملف التحريض تتمثل في منع حدوث أي تغييرٍ في التيار الكهربائي(و ليس في الجهد) فإن ملف التحريض سوف يعترض ذلك التغيير و يحاول منعه عن طريق قيامه بتحريض جهدٍ كهربائي (فولت) و هو الأمر الذي سوف يحد من التيار في الدارة.

إن قيام ملف التحريض بمعارضة تغيرات التيار تدعى بالمقاومة التحريضية Inductive reactance و هي تقاس بوحدة الأوم كما أنها تعتمد على تردد التيار المتناوب AC .

كلما ارتفع تردد الجهد ازدادت المقاومة التحريضية و بذلك يمكن اعتبار ملفات التحريض بمثابة مقاومة متغيرة variable resistor و المقاومة المتغيرة هي المقاومة التي تقوم بتنظيم التيار الكهربائي ذلك أن مقاومتها للتيار ترتبط بتردد جهد التغذية.



عندما يتم تطبيق جهدٍ كهربائي (فولت) متردد (متناوب)AC على مكثف (متسعة) يتطور جهدٌ كهربائي على صفائح ذلك المكثف و تتراكم شحنة الكهرباء الساكنة و هذا الجهد الذي ينشأ ضمن المكثف يعارض جهد تغذية المكثف الخارجي كما أنه يعيق و يحدد تدفق التيار في الدارة و هذه الظاهرة أي معارضة التيار الناتجة عن سعة المكثف تدعى بالمقاومة السعوية capacitive reactance

و رمزها X_c و هي تقاس بوحدة الأوم و هي تشبه من عدة نواحي المقاومة التحريضية التي تبديها الملفات التحريضية ،غير أن الاختلاف بينهما يتمثل في أن المقاومة السعوية (في المكثفات) تمنع حدوث تغيراتٍ في الجهد (الفولت) بينما المقاومة التحريضية (في الملفات) تمنع حدوث تغيراتٍ في التيار.



إن المقاومة السعوية (في المكثفات) تمنع حدوث تغيراتٍ في الجهد (الفولت) بينما المقاومة التحريضية (في الملفات) تمنع حدوث تغيراتٍ في التيار و لذلك فإننا نحتاج إلى وجود كلٍ منهما كعناصر تنظيمية في اللوحات الالكترونية.

بخلاف المقاومة التحربضية (في الملفات) فإن المقاومة السعوية(في المكثفات) تتناسب بشكلٍ عكسي مع تردد جهد التغذية.



ممانعة التيار المتردد(التيار المتناوب) Impedance

الممانعة هي مقاومة التيار المتردد(التيار المتناوب) AC و يشار إلى ممانعة التيار المتردد بالرمز Z و هي تقاس كذلك بوحدة الأوم Ω.

تؤدي المقاومة التحريضية (مقاومة الملفات)inductive reactance إلى إحداث انحياز في الطور phase shift ذو قيمة سلبية مقداره -90° درجة في التيار بينما تتسبب المقاومة السعوية(مقاومة المكثف) caoacitive reactance في إحداث انحيازٍ في الطور إيجابي مقداره +90° درجة في التيار ،أما المقاومة (مقاومة التيار المباشر المستمر DC) فإنها لا تتسبب في إحداث أي انحيازٍ في الطور.



عندما تتم تغذية المكثف بتيارٍ متردد AC فإن شحنات الكهرباء الساكنة تتراكم على صفائحه و هذه الكهرباء الساكنة تعارض الجهد الكهربائي في الدارة و تحد من تدفق التيار في الدارة.

إن مقاومة المكثف لتدفق التيار الكهربائي في الدارة تدعى بالمقاومة السعوية X_c و هي تقاس بوحدة الأوم و هي تشبه كثيراً المقاومة التحريضية (مقاومة الملفات) و لكنها تختلف معها من ناحية أن المقاومة السعوية(مقاومة المكثف) تمنع حدوث تغيراتٍ في الجهد(الفولت) بينما المقاومة التحريضية (مقاومة الملفات) تمنع حدوث تغيراتٍ في التيار (الأمبير) الذي ينتج عن تغذية الدارة بالجهد(الفولت).

إن المقاومة السعوية (مقاومة المكثف) ترتبط بالتردد.

بخلاف المقاومة التحريضية(مقاومة الملف) فإن المقاومة السعوية (مقاومة المكثفات) تتناسب عكسياً مع تردد جهد التغذية.



يتم حساب ممانعة التيار المتردد AC عندما تكون متصلةً على التوالي و التوازي بالطريقة ذاتها التي يتم من خلالها حساب المقاومة عندما تكون متصلةً على التوالي أو على التوازي:

Impedance in series

إجمالي الممانعات المتصلة مع بعضها البعض على التوالي تساوي ببساطة ناتج جمع تلك الممانعات مع بعضها البعض.

$Z=Z_1+Z_2+Z_3+...$

إجمالي الممانعات المتصلة مع بعضها البعض على التوازي   تساوي ناتج جمع مقلوب تلك الممانعات مع بعضها البعض.

Impedance in parallel

$$\frac{1}{Z}=\frac{1}{Z1}+\frac{1}{Z2}+\frac{1}{Z3}+\ldots.$$

هنالك ثلاثة أنواع للدارات الالكترونية وهي

الدارات المتوالية(الدارات المتسلسلة).

الدارات المتوازية.

الدارات المتوازية -المتواليةserial/parallel circuit.

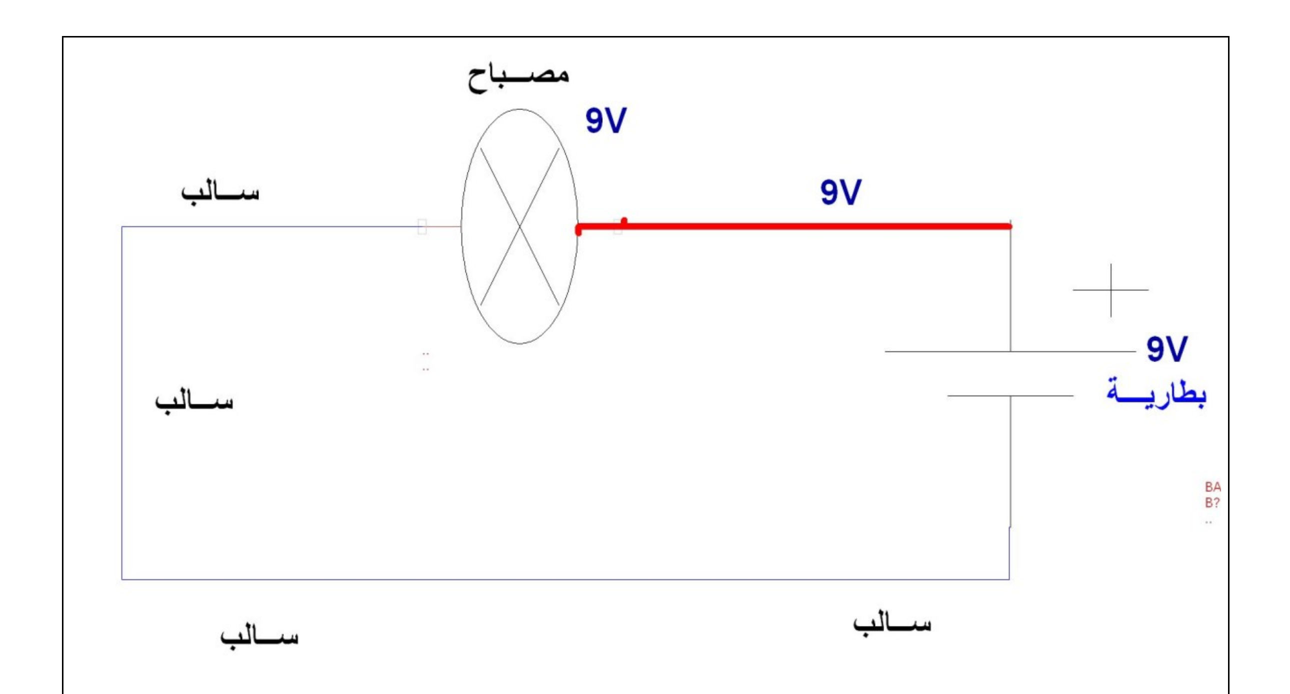


أشياء يجب أن تعرفها عن الدارات المتوالية (المتسلسلة)

يقوم الحمل في الدارات المتوالية (التسلسلية) باستهلاك كل جهد الدارة.

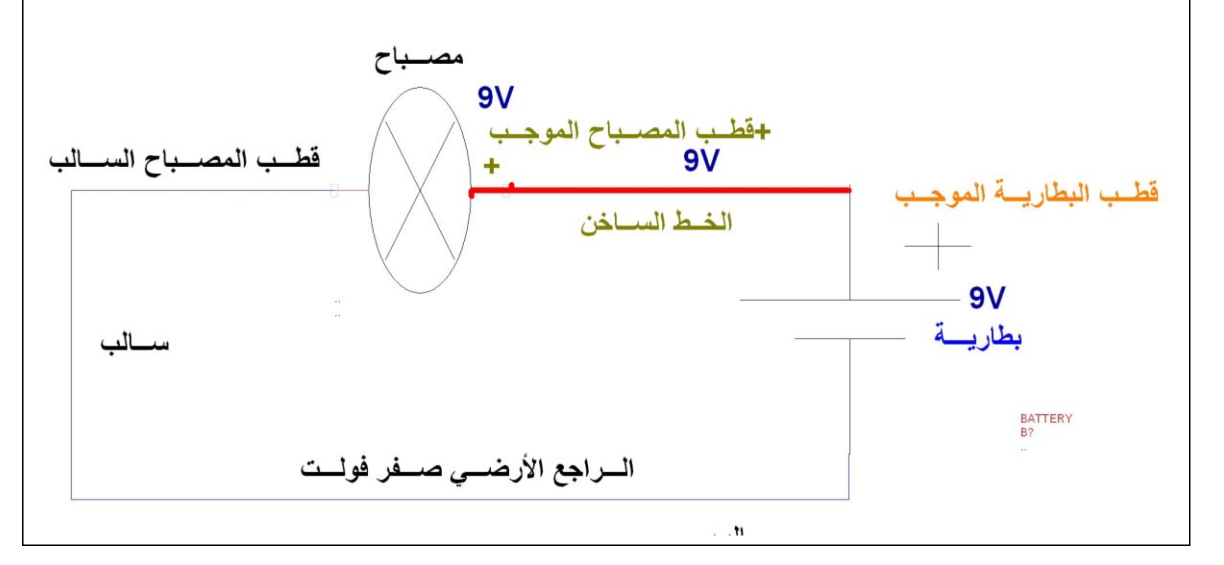
الحمل هو العنصر الذي يستهلك طاقة مصدر الطاقة كالمصباح أو المحرك مثلاً.

فإذا كان لدينا مصباح جهده 9 فولت مثلاً متصل ببطارية على التوالي (التسلسل) أي أن هنالك خطٌ واحد فقط يدخل إلى المصباح و يخرج منه فإن سلك التغذية الذي يصل موجب البطارية بالقطب الموجب للمصباح هو خط التغذية الحار و يجب أن يكون قياس جهد هذا الخط 9 فولت .



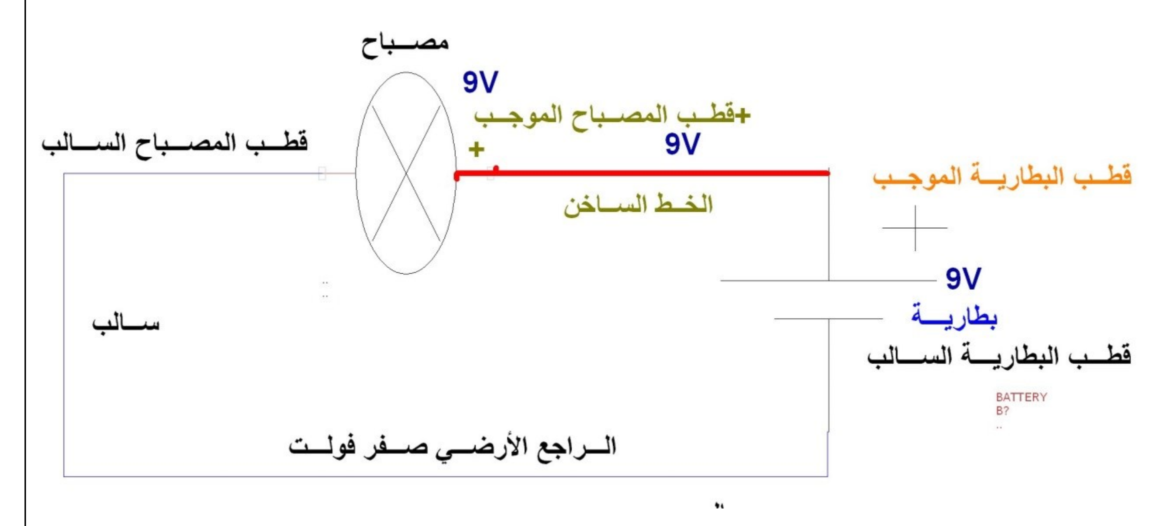
أما الخط الذي يصل ما بين قطب المصباح السالب و القطب السالب للبطارية فهو الخط الراجع و يجب أن يكون جهده صفر فولت (تقريباً) لأن خط الراجع الأرضي ground return wire هذا يمتلك بعض المقاومة التي تعيق تدفق التيار الراجع إلى البطارية و هذه المقاومة تتسبب في إحداث جهدٍ كهربائي و لذلك لا يكون جهد الخط الراجع الأرضي صفراً تاماً و إنما فإنه يكون قريباً من الصفر.

الخط الحار في الدارات المتوالية (التسلسلية) هو الخط الذي يصل ما بين موجب مصدر التغذية و موجب الحمل (المصباح مثلاً) و جهد هذا الخط يكون مساوياً لجهد الحمل.



الخط الأرضي الراجع في الدارات المتوالية هو الخط الذي يصل ما بين سالب الحمل و بين سالب مصدر الطاقة(البطارية مثلاً) و جهد هذا الخط يكون صفر أو قريب من الصفر.لماذا؟

لأن الحمل يكون قد استهلك كامل الجهد و لم يتبقى منه إلا مقدار ضئيل جداً من الجهد نشأ نتيجة مقاومة السلك لمرور التيار الراجع إلى البطارية.



عندما يتم وصل عدة أحمال (أكثر من حملٍ واحد) في دارةٍ متوالية(تسلسلية) series circuit فإن قيمة مقاومة كل حملٍ منفرد تقسم الجهد المتوفر و بذلك فإنها تضاف إلى المقاومة الكلية للدارة.

بمعنى أنه إذا كان لدينا مثلاً سلسلة مصابيح متصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) مثل حبات العقد ، و بما أن كل مصباحٍ من هذه المصابيح يمتلك مقاومةً ما للتيار الكهربائي فإن كل مصباح يزيد من قيمة مقاومة الدارة ككل أي أن مجموع مقاومة الدارة المتسلسلة (المتوالية) تساوي مجموع مقاومات جميع عناصرها و مكوناتها.

و بالطبع فإن لهذه الخاصية فوائد كبيرة ذلك أن زيادة المقاومة تؤدي إلى انخفاض التيار(الأمبير) الذي يمر في الدارة و هو الأمر الذي يؤدي إلى تقليل مخاطر احتراق السلك نتيجة مرور تيارٍ كهربائي كبير فيه.

في حال وجود عدة أحمالٍ في دارةٍ متوالية فإن الجهد لا يكون ثابتاً عند كل حمل و إنما فإنه يكون مقسوماً على جميع الأحمال الموجودة في الدارة تبعاً لقيمة مقاومة كل حمل.

مثال توضيحي:

لتكن لدينا ثلاثة مصابيح متصلة مع بعضها البعض على التوالي (التسلسل) تستمد تغذيتها من بطارية جهدها 12 فولت.

الآن إذا كان جهد كل مصباحٍ من هذه المصابيح 3 فولت فإن أول مصباحٍ منها سوف يستهلك 3 فولت من 12 فولت :

12 ناقص3 =9

أي أنه يتبقى لدينا 9 فولت سوف تخرج من القطب السالب للمصباح الأول إلى خط الراجع الأرضي لتدخل إلى القطب الموجب للمصباح الثاني الذي سوف يستهلك منها 3 فولت أخرى من التسعة فولت المتبقية:

9 ناقص 3 يساوي 6

أي أنه تتبقى لدينا 6 فولت سوف تخرج من القطب السالب للمصباح الثاني إلى خط الراجع الأرضي لتدخل إلى القطب الموجب للمصباح الثالث الذي سوف يستهلك منها 3 فولت أخرى من الستة فولت المتبقية:

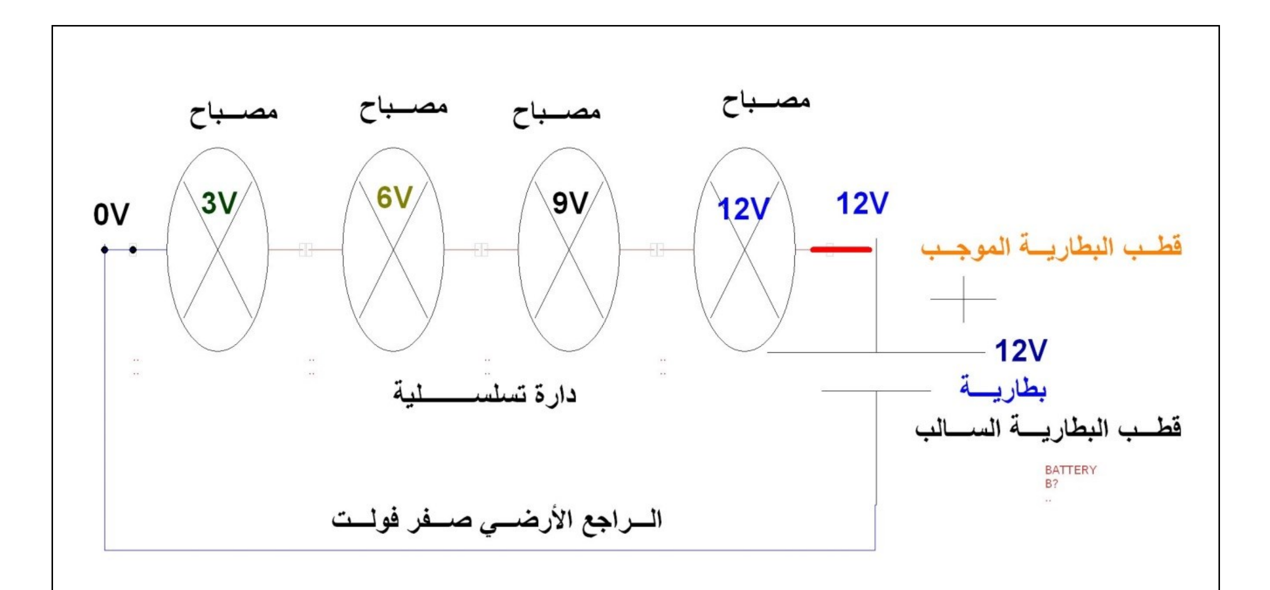
6 ناقص 3 يساوي 3

أي أنه تتبقى لدينا 3 فولت سوف تخرج من القطب السالب للمصباح الثالث إلى خط الراجع الأرضي لتدخل إلى القطب الموجب للمصباح الرابع الذي سوف يستهلك الفولتات الثلاثة المتبقية بأكملها.

3 ناقص 3 تساوي صفر

و بذلك فإن خط الراجع الأرضي من قطب المصباح السالب و يعود مجدداً إلى القطب السالب لمصدر الجهد (البطارية) و جهده صفر تقريباً لأن المصابيح الأربعة تكون قد استنفذت الجهد بأكمله .

أي أن الخط الراجع الأرضي الذي يخرج من القطب السالب لآخر مكونٍ أو عنصر متصل على التسلسل و يعود إلى القطب السالب لمصدر الجهد يجب أن يكون قياس جهده صفر فولت تقريباً، ذلك أن مقاومة السلك لمرور التيار تتسبب في إحداث جهدٍ طفيف.





القاعدة الذهبية الثانية الخاصة بالدارات التسلسلية (المتوالية)

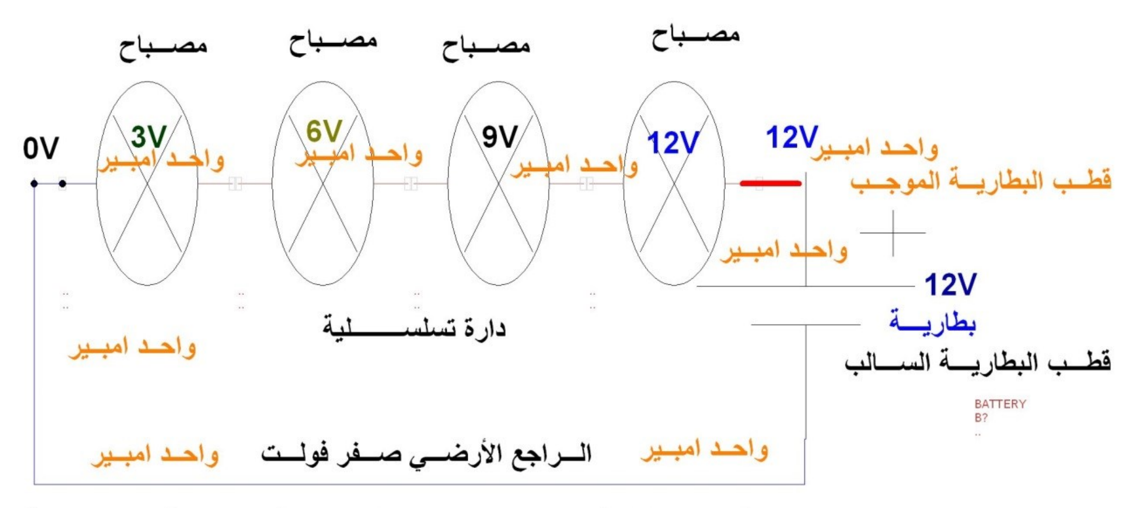
رأينا سابقاً كيف أن الجهد(الفولت) لا يكون واحداً في جميع نقاط الدارة التسلسلية و ذلك بخلاف شدة التيار (الأمبير) .

اما الأمبير فيكون واحداً في جميع نقاط الدارة التسلسلية في كلا طرفيها الموجب و السالب ،أي أن الأمبير في الدارة التسلسلية (المتوالية) في بداية الدارة و نهايتها يكون واحداً .

قبل أن يدخل الخط الحار إلى أي مكونٍ فيها و عند نقطة خروج العائد الأرضي من القطب السلبي لآخر عنصرٍ من العناصر المتصلة مع بعضها البعض على التسلسل يكون الأمبير واحداً.

شدة التيار(الأمبير) في الدارة التسلسلية هو ذاته في بداية الخط الحار (الداخل) و عند آخر نقطة في الخط الراجع الأرضي.

إن أي خلل في التوصيلات في الدارة التسلسلية و أي زيادة في قيمة المقاومة في أي نقطةٍ منها تؤثر سلبياً على شدة التيار(الأمبير) في الدارة بأكملها.



فــي اي نقطــة مــن نقــاط الــدارة التسلســلية يكــون الأمبــير واحــداً



قاعدة ذهبية في الدارات التسلسلية:

في الدارات التسلسلية يجب أن يكون الحمل مساوياً تماماً لجهد مصدر التغذية.

إن نقص جهد الحمل عن جهد مصدر التغذية إذا كان كبيراً فإنه قد يتسبب في تلف المكونات و العناصر التي يكون جهدها أو مجموع جهودها أدنى من قيمة جهد مصدر التغذية.

مثال:

إذا كان لدينا مصدر تغذية جهده 12 فولت و كان لدينا حمل عبارة عن مصباحين جهد كلٍ منهما 1.5 فولت و قمنا بوصلهما على التسلسل مع مصدر الجهد (على خط واحد) فإن ذلك سوف

يتسبب في تلف هذين المصباحين لأن جهديهما أو مجموع جهديهما يقل كثيراً عن جهد مصدر التغذية .

إذاً يجب في الحالة السابقة أن نصل 8 مصابيح جهد كلٍ منها 1.5 فولت على التسلسل(على خطٍ واحد) مع مصدر الجهد:

$8×1.5=12$



عند وصل الأحمال على التوالي في الدارات التسلسلية لا يمكن لنا أن نصل إلا حملاً واحداً يساوي جهده جهد الدارة .

مثال:

إذا كان لدينا مصباحٌ جهده 220 فولت متصل على التوالي(التسلسل) مع شبكة جهدها 220 فولت فلا يمكننا أن نضيف مصباحٌ آخر أو أي مكونٍ آخر أياً يكن جهده على التسلسل مع ذلك المصباح لأن المصباح الأول الذي جهده 220 فولت قد استنفذ كامل الجهد ،أي أن الخط الأرضي الراجع من القطب السالب لذلك المصباح سيكون فيه تيار(أمبير) و لكنه سيكون تقريباً خالياً من أي جهد (فولت) ، و لو أننا وضعنا القلم الفاحص على هذا الخط الأرضي الراجع فإنه لن يضيء ذلك أن القلم الفاحص يقيس الجهد(الفولت) و لا يقيس التيار(الأمبير).



إذا تلف أحد الأحمال أي أحد المكونات و العناصر المتصلة مع بعضها البعض على التوالي فإن التيار الكهربائي لن يمر في تلك الدارة ليس فقط على العناصر الموجودة بعد العنصر التالف أو الموجودة بعد موضع القطع و إنما فإن التيار لن يمر على العناصر و المكونات الموجودة قبل العنصر التالف أو قبل موضع القطع.

هل يعني هذا بأن بإمكاني أن ألمس سلكاً مقطوعاً سائباً أو عنصراً تالفاً في دارة تسلسلية؟

لا بالطبع لأنني بمجرد أن ألمس ذلك السلك المقطوع أو ذلك العنصر التالف فإن الدارة سوف تكتمل مجدداً و سوف يسري التيار الكهربائي في جسدي.

في سلسلة مصابيح الزينة المتصلة مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) فإن أي تلف في أحد تلك المصابيح سوف يؤدي إلى انقطاع التيار الكهربائي عن جميع مصابيح الدارة.



في الدارات التسلسلية يجب أن يكون جهد الخط الأرضي الراجع من القطب السلبي للعنصر أو آخر عنصر مساوياً للصفر لأن جهد الحمل أو مجموع جهود الأحمال في الدارة التسلسلية يجب أن يكون مساوياً لجهد مصدر التغذية و يجب أن يستنفذ جهد مصدر التغذية بأكمله:

$220-220=0$

$110-110=0$

$12-12=0$



إذا كان لدي مصدر جهدٍ مقداره 220 فولت و مصابيح زينة صغيرة يبلغ جهد كلٍ منها 1 واحد فولت فكيف أصنع سلسلةً مضيئة من تلك المصابيح دون أن أستخدم أي مقاومة أو أي مكونٍ آخر سوى المصابيح؟

إذا أردنا أن نصنع سلسلة مضيئة من مصابيح الزينة فيجب أن نقوم بوصل تلك المصابيح مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) أي أنه يتوجب أن تكون جميع تلك المصابيح على خط تغذية واحد بحيث يكون الراجع الأرضي الذي يخرج من القطب السلبي لكل مصباح هو ذاته الخط الحار الذي يغذي القطب الموجب للمصباح التالي .

إن كل مصباح سوف يأخذ حاجته فقط من الجهد و بعد ذلك فإنه سيمرر ما تبقى من الجهد إلى المصابيح التالية له غير أنه يتوجب أن يكون آخر مصباح (أو آخر عنصرٍ أياً كان) هو المصباح الذي يستنفذ آخر ما بقي من الجهد ،فإذا كان لدي جهدٌ مقداره 220 فولت و مصابيح جهد كلٍ منها فولت واحد فإنني سوف احتاج إلى 220 مصباح بحيث أن أول مصباح يصله جهدٌ قدره 220 فولت أما ثاني مصباح فوسف يصله 219 فولت و ثالث مصباح يصله 218 فولت بينما يصل لآخر مصباحٍ حاجته فقط من الجهد أي فولت واحد .



الدارة المتوازية Parallel circuit

الدارة المتوازية هي الدارة التي يكون فيها لكل عنصرٍ أو مكون خط تغذية موجب (حار) خاص و خطٌ أرضي راجع خاص.

تقريباً فإن جميع الدارات الموجودة في السيارات و الشاحنات هي داراتٌ متوازية.

في الدارات المتوازية يكون الجهد (الفولت) واحداً في جميع أجزائها من أول نقطةٍ فيها إلى آخر نقطة و ذلك بخلاف الدارات المتسلسلة حيث تتقاسم عناصر الدارات المتسلسلة الجهد كما مر معنا.

كما هي الحال في الدارات التسلسلية فإن جهد خط الراجع الأرضي في الدارات المتوازية يكون صفراً تقريباً لأن كل عنصرٍ فيها يستنفذ الجهد بأكمله.

إن جهد الخط الأرضي الراجع الذي يخرج من القطب السلبي لأي عنصر في الدارة المتوازية يكون مماثلاً لجهد الخط الأرضي الراجع من القطب السلبي لآخر عنصرٍ في الدارات التسلسلية حيث يكون جهده صفراً أو قريباً من الصفر.

من المفيد أن ننظر إلى كل حملٍ متصلٍ على التوازي مع مصدر الجهد على أنه دارةٌ تسلسلية بسيطة كاملة بحد ذاتها مع مصادر جهدٍ مستقلة و خطٌ راجعٌ أرضي.

بينما يكون الجهد ثابتاً و واحداً في الدارة المتوازية فإن الجهد يكون مختلفاً بين أجزاء الدارة التسلسلية.

كلما أضفنا المزيد من الأحمال إلى الدارة المتوازية ازدادت الحاجة إلى المزيد من الأمبير (شدة التيار) و كلما ازدادت شدة التيار(الأمبير) في الدارة انخفضت قيمة المقاومة.

كل حملٍ نضيفه إلى الدارة المتوازية يخفض من قيمة المقاومة الكلية للدارة و يزيد من شدة التيار (الأمبير) و ذلك بخلاف ما يحدث في الدارات التسلسلية حيث أن مقاومة كل حمل تضاف إلى المقاومة الكلية للدارة في الدارات المتوازية.

إذاً في الدارة المتوازية كلما ازدادت الأحمال ازدادت الحاجة إلى مزيدٍ من الأمبير و انخفضت مقاومة الدارة و ازداد الأمبير(شدة التيار).

إن كل جزءٍ من أجزاء الدارة المتوازية يعمل كدارةٍ تسلسلية حيث يمتلك كلٌ منها مصدر طاقة و حمل و راجعٌ أرضي.

في السيارات و المركبات لا يرجع خط الراجع الأرضي الذي يخرج من الأقطاب السلبية للعناصر إلى القطب السلبي لبطارية السيارة و إنما فإنه يوصل بهيكل السيارة ، و كذلك الحال بالنسبة للقطب السلبي للبطارية حيث أنه يوصل كذلك بهيكل السيارة.

كما ذكرت سابقاً فإنه في الدارة المتوازية كلما ازدادت الأحمال ازدادت الحاجة لرفع شدة التيار(الأمبير) و انخفضت المقاومة و ازداد الأمبير و لذلك حرصاً على توصيلات الدارة من التلف و وقايةً من الحرائق توضع ذوابة(فيوز)   عند مدخل القطب الموجب للدارة.

توضع الذوابة (الفيوز) على التسلسل على القطب الموجب للدارة أي أن خط التغذية الحار يدخل من أحد قطبي الفيوز و يخرج من القطب الآخر.

تتطلب الدارة المتوازية أن يكون مصدر تغذية جميع أجزائها واحداً و أن يمر تيار تغذية الدارة بأكمله من خلال   فيوز الحماية الذي يجب أن يزيد أمبيره قليلاً عن مجموع أمبير (شدة تيار) جميع أحمال الدارة ،فإذا كان مجموع أمبير أحمال الدارة 4.5 أمبير مثلاً فإننا نضع   فيوز تبلغ قيمته مثلاً   5 أمبير بحيث أنه يذوب و يقطع التيار الكهربائي عن الدارة بمجرد انهيار المقاومة في

الدارة و ازدياد تدفق الأمبير فيها عن الحد المسموح به ألا و هو مجموع أمبيرات جميع الأحمال في الدارة.

فإذا كانت قيمة فيوز الحماية 5 أمبير مثلاً و وضعنا حملاً شدته 9 أمبير في دارةٍ متوازية فإن الفيوز سوف يذوب قاطعاً التيار الكهربائي عن الدارة و في هذه الحالة يتوجب علينا إما إزالة الأحمال الزائدة أي الأحمال التي تزيد قيمتها عن قيمة الفيوز و التي تزيد قيمتها عن مقدرة توصيلات الدارة و الحل الثاني هو استخدام فيوز تزيد قيمته عن قيمة الحمل فإذا كان الحمل 9 أمبير فإننا نستخدم فيوز قيمته 10 أمبير و لكن بشرط أن تحتمل توصيلات الدارة تلك الزيادة و إلا فإننا نكون بذلك قد عرضنا الدارة لخطر الحريق و التلف.

لتشكيل دارة متوازية في السيارات فإننا نحتاج إلى خطٍ حار (موجب) من مصدر التغذية(البطارية) نصله بموجب العنصر المراد تغذيته و خط أرضي راجع نصله ما بين القطب السالب للعنصر و هيكل السيارة و بذلك تكتمل الدارة المتوازية.

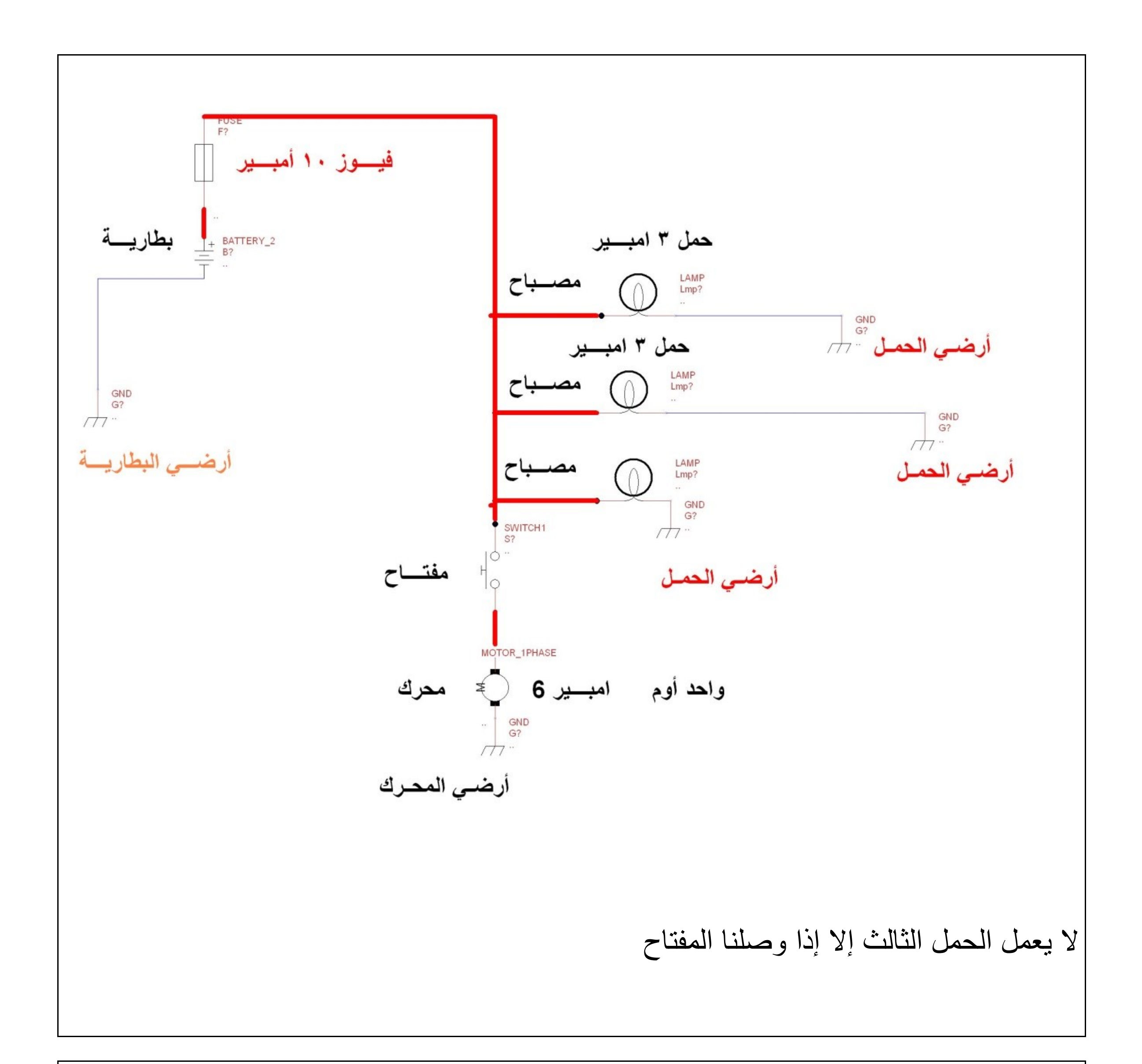


في الدارات المتوازية فإن كل زيادة في عدد أحمال الدارة تؤدي إلى انخفاض المقاومة الكلية للدارة (انخفاض قيمة أو عدد الأوم). لماذا؟

كما تعلمون فإن القيمة الكلية لعددٍ من المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوازي أو بالأصح فإن مقلوب مجموع تلك المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوازي يساوي مقلوب مجموع تلك المقاومات ،أي أن المقاومات عندما توضع على التوازي تنخفض قيمتها كلما ازداد عددها و بالتالي فإن ذلك يؤدي إلى تدفق تيارٍ كبير (أمبير مرتفع) في الدارة و هذا الأمر يتطلب القيام بأحد أمرين اثنين أو كلاهما في الدارة المتوازية و هما:

أن تكون الوصلات في الدارة ذات مقطعٍ كبير (أسلاك ثخينة) بحيث تحتمل تدفق الأمبير المرتفع.

أو أن توضع ذوابة(فيوز) عند بداية خط تغذية الدارة و ذلك لحماية التوصيلات من الذوبان بتأثير تدفق الأمبير العالي في الدارة(بسبب انخفاض مقاومة الدارة :



لا يعمل الحمل الثالث إلا إذا وصلنا المفتاح

الدارات المتسلسلة\المتوازية

Series/Parallel Circuits

نجد الدارات الهجينة المتسلسلة\المتوازية أحياناً في بعض في هواتف النوكيا المحمولة و من النادر أن نجد هذا النوع من الدارات في أجهزة أخرى.

غير أن الدارة المتسلسلة\ المتوازية قد تحدث نتيجة خللٍ فني أو خطأٍ في توصيل الدارة المتوازية و علينا أن نتذكر هنا بأن أي نوعٍ من المقاومة يعتبر بمثابة حملٍ في الدارة .

إن التوصيلات الفضفاضة و التوصيلات الصدئة و المتآكلة تمتلك قدراً من المقاومة و لذلك فأينما وجدت تلك التوصيلات تتشكل لدينا دارةٌ متسلسلة أو دارة متسلسلة\متوازية ، و عليه فإن كل دارةٍ

متوازية هي مشروع دارة تسلسلية أو دارة متسلسلة\متوازية نتيجة إجراء تعديلاتٍ غير مدروسة عليها أو نتيجة خللٍ فني.

كيف نكتشف الحمل المتصل على التسلسل(التوالي في دارةٍ متوازية؟

إنه الحمل الذي ليس لديه اتصالٌ مباشر بأرضي الدارة .

مثال على الدارات المتسلسلة\المتوازية

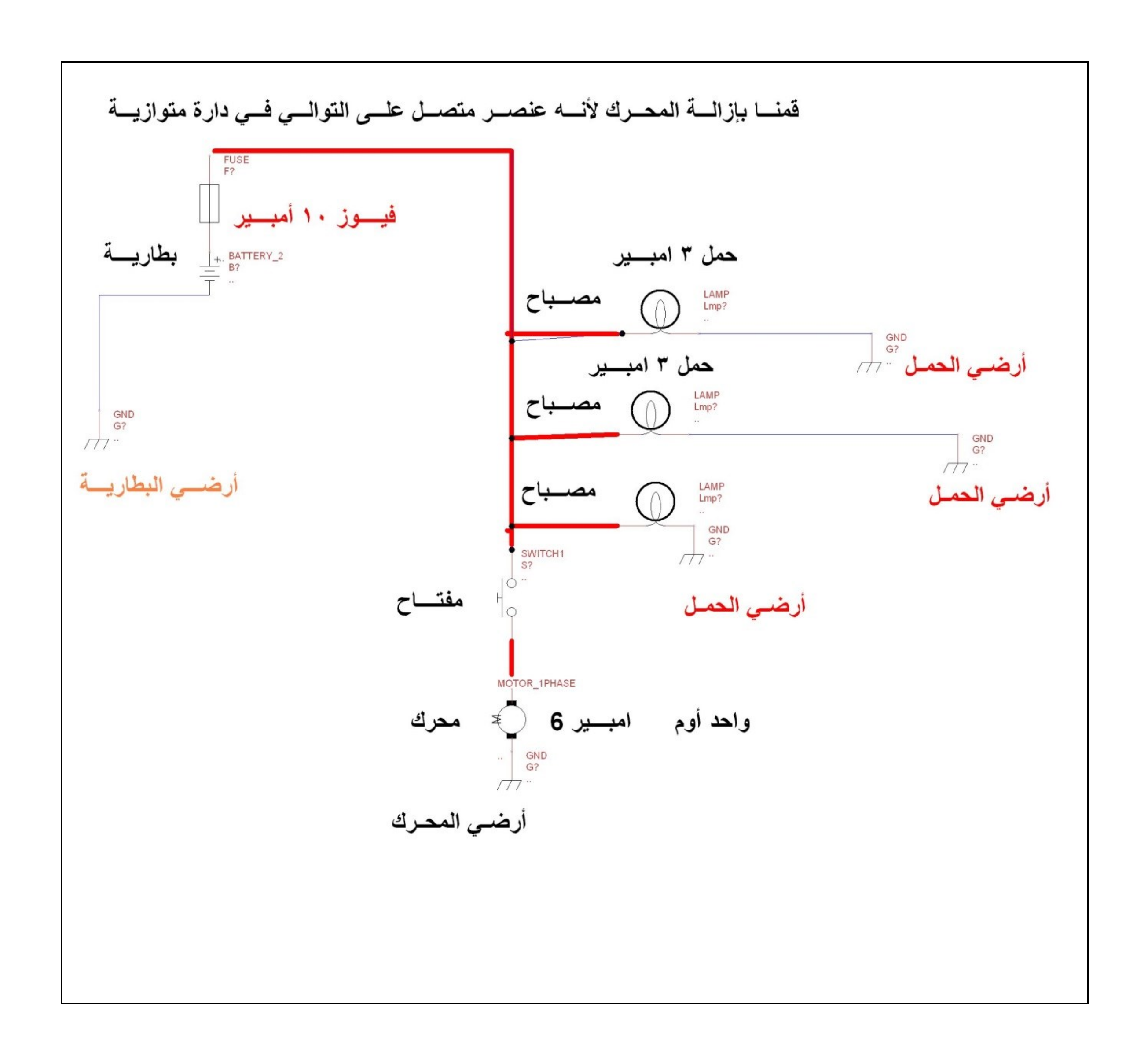
هـذا المحـرك عبـارة عـن حمـل متصـل علـى التوالي(التسلسـل) فـي دارة متوازيـة

MOTOR_1PHASE
FUSE F?
فيــوز ١٠ أمبــير
بطاريــة
BATTERY_2 B?
حمل ٣ امبــير
مصــباح
LAMP Lmp?
GND G?
أرضــي الحمـل
حمل ٣ امبــير
مصــباح
LAMP Lmp?
GND G?
أرضـي البطاريــة
أرضـي الحمـل
مصــباح
LAMP Lmp?
GND G?
SWITCH1 S?
مفتــاح
أرضـي الحمـل
MOTOR_1PHASE
محرك امبــير 6 واحد أوم
GND G?
أرضـي المحـرك

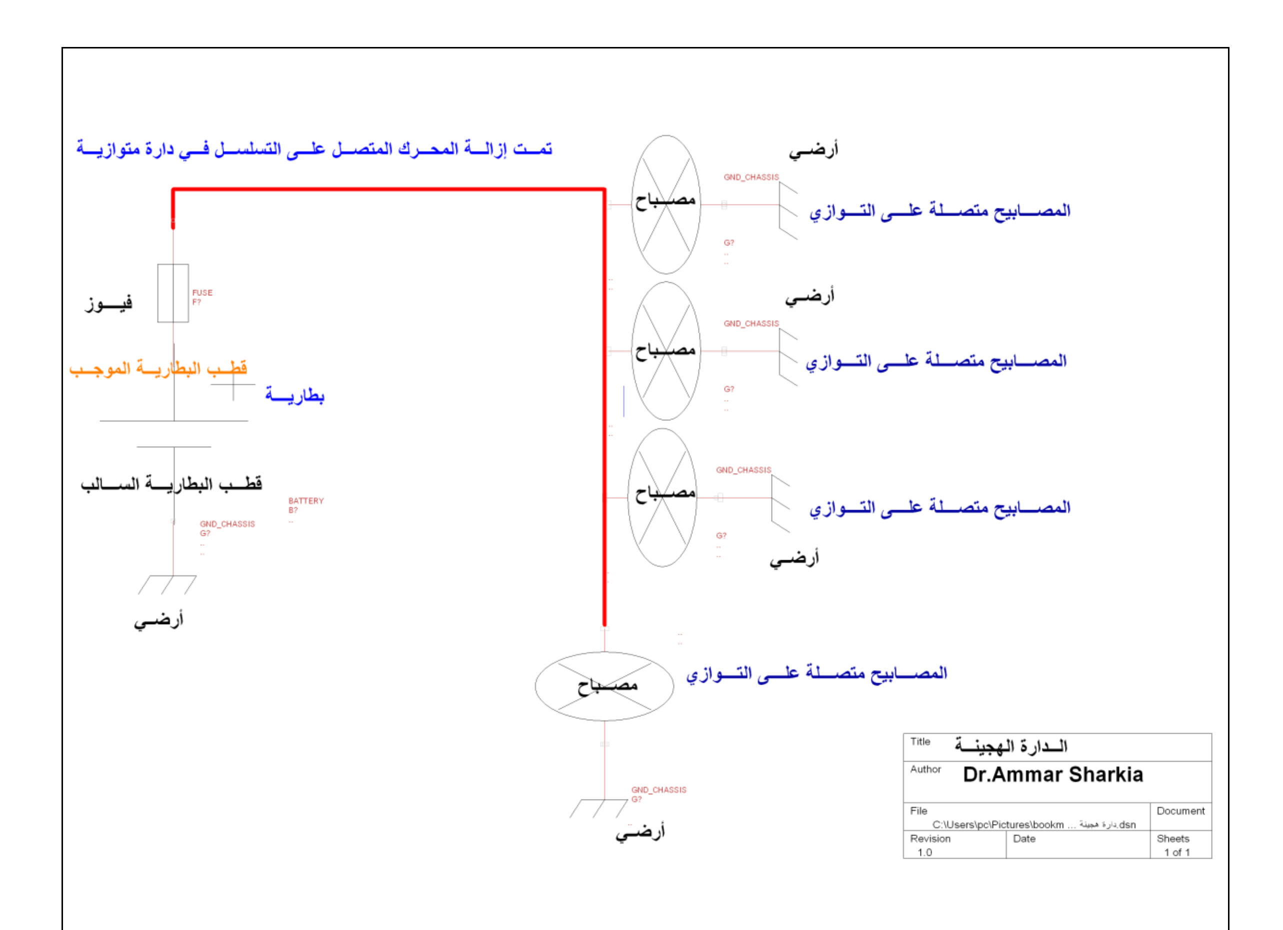


تمثل الدارة السابقة حملاً متصلاً على التوالي(التسلسل) في دارةٍ متوازية و هذا الحمل المتصل على التوالي يتسبب في زيادة مقاومة الدارة (لأنه متصلٌ على التسلسل) مع بقية الأحمال و بحكم كونه متصلٌ على التوالي مع بقية الأحمال فإنه يقتسم معها الجهد و لا يسمح بمرور جهدٍ و أمبيرٍ كافيين للمكونات الأخرى في الدارة.

إن إصلاح الخطأ الفني في الدارة السابقة يتطلب منا القيام بإزالة الحمل المتصل على التسلسل في تلك الدارة المتوازية أي الحمل الذي يتوضع على خطٍ واحد –الحمل الذي لا يتصل قطبه السالب بأرضي الدارة .



قمنـــا بإزالـــة المحـــرك لأنـــه عنصـــر متصـــل علـــى التوالـــي فـــي دارة متوازيـــة
FUSE
F?
فيـــوز ١٠ أمبـــير
بطاريـــة
BATTERY_2
B?
حمل ٣ امبـــير
مصـــباح
LAMP
Lmp?
GND
G?
أرضـي الحمـل
حمل ٣ امبـــير
مصـــباح
LAMP
Lmp?
GND
G?
أرضـــي البطاريـــة
أرضـي الحمـل
مصـــباح
LAMP
Lmp?
GND
G?
SWITCH1
S?
مفتـــاح
أرضـي الحمـل
MOTOR_1PHASE
محرك
امبـــير 6
واحد أوم
GND
G?
أرضـي المحـرك





غالباً ما نبدأ قراءة المخططات الإلكترونية ابتداءً من القطب الموجب لمصدر الجهد مروراً بالحمل و انتهاءً بالقطب السالب لمصدر الجهد أو ارضي الدارة لأن المكونات في السيارات مثلاً لا يكون قطبها السالب متصلٌ بالقطب السالب للبطارية أو المولد و إنما فإنه يكون متصلٌ بهيكل السيارة.

اختبار هبوط الجهد

Voltage drop testing

يستخدم اختبار هبوط الجهد لتحديد الوصلات الكهربائية الفضفاضة و المتآكلة و الصدئة أو الخاطئة و التي تتسبب في إحداث مقاومة عالية في الدارة ، كما يستخدم هذا الاختبار لمعرفة ما إذا كان بإمكان تلك الوصلات تمرير مقدارٍ كافي من التيار(الأمبير) .

نحن عادةً ما نختبر الوصلات باستخدام اختبار الاستمرارية و ذلك بوضع مقياس الجهد (الآفوميتار) على وضعية الصفير أو على وضعية قياس الدايود (وفقاً لموديل المقياس) و من ثم فإننا نضع مجسي المقياس على طرفي السلك أو الوصلة فإذا أصدر المقياس صفيراً فذلك يعني بأن الوصلة سليمة ليس فيها انقطاع .

كما نستخدم هذه الخاصية للتأكد من سلامة القواطع و المفاتيح للتأكد بأنها تفصل و توصل التيار الكهربائي كما نستخدم هذه الخاصية في الأسلاك الثنائية للتأكد من عدم وجود خلل في العازل الذي يفصل بين مساري السلك و عدم وجود تماس ما بين السلك الموجب و السلك السالب و ذلك بوضع أحد مجسي المقياس على السلك الموجب و وضع المجس الثاني على السلك السالب فإذا أطلق المقياس صفيراً فذلك يعني بأن هنالك تماس ما بين السلك الموجب و السلك السالب و هو الأمر الذي سيتسبب عند وصل التيار الكهربائي في حدوث دارة قصر (شورت).

عند اختبار الوصلات بالطريقة السابقة تقوم بطارية المقياس بإصدار تيار ضئيل لا تتجاوز شدته بضعة ميلي أمبير (أجزاء بالألف من الأمبير) و هذا التيار الذي يمرره المقياس عبر السلك موضوع الاختبار يمكن المقياس من تحديد درجة مقاومة ذلك السلك أو تلك الوصلة غير أن تيار الاختبار الشديد الضآلة هذا لا يعتبر كافياً لاختبار وصلة يفترض فيها أن تمرر مئات الأمبيرات فمحرك مساحة زجاج السيارة مثلاً يحتاج إلى ما بين 15 و 30 أمبير حتى يعمل بصورة جيدة فليس كافياً للوصلة التي تمده بالطاقة أن لا يكون فيها انقطاع و حسب بل إنه يتوجب عليها أن تمرر له ذلك القدر من التيار و إلا فإنه لن يعمل كما يجب.

من المشكلات التي تعترض استخدام مقياس الأوم في القياس هي عدم مقدرته على قياس المقاومة المنخفضة مثل مقاومة مقلع السيارة (المارش) لأن مقاومة المقلع قد لا تتجاوز 0.05 Ω أوم .

إن قياس مقاومات تقل عن 0.1 Ω أوم تتطلب استخدام أجهزةً مخبرية باهظة التكلفة و لذلك فإن الطريقة الوحيدة لتحديد الوصلات السيئة تتمثل في اختبار هبوط الجهد باستخدام مقياس الجهد الاعتيادي (الآفو ميتار) ذلك أن بإمكان مقياس الجهد أن يقيس و بدقةٍ متناهيةٍ جداً جهداً ضئيلاً لا يتجاوز واحد على ألف 1\1000 من الفولت أي واحد ميلي فولت 1 millivolt

و يتمثل اختبار هبوط الجهد في مقارنة الجهد بين نقطتين في دارةٍ عاملة و كلما كانت المقاومة أكبر عند إحدى هاتين النقطتين كان هبوط الجهد في تلك النقطة أكبر.

عندما نضع مجسي مقياس الآفوميتار على قطبي بطارية يبلغ جهدها 9 فولت مثلاً فإن المقياس يقيس فرق الجهد ما بين قطبها السالب الذي جهده صفر فولت و قطبها الموجب الذي يبلغ جهده 9 فولت.

يقوم المقياس بطرح قيمة الجهد عند المجس السالب(الأسود) من قيمة الجهد عند مجسه الموجب(الأحمر) و يُظهر نتيجة عملية الطرح هذه على شكل قراءة على شاشة المقياس.

إن دارة مقلع محرك السيارة(المارش) مثلاً تتميز بمقاومة متناهية الضآلة (لاحظ كبال المقلع الثخينة) و ذلك لضمان وصول تيارً عالي يكفي لعمل المقلع (نحو 200 أمبير).

يمكن إجراء القياسات بوضع مجس المقياس الموجب(الأحمر) على النقطة التي نريد قياسها و وضع مجس المقياس السالب(الأسود) على هيكل السيارة.

إن هبوط الجهد في نقطةٍ ما من الوصلة عن الجهد الموجود عند منبع التغذية يدل على وجود خللٍ في الوصلة أدى إلى ارتفاع مقاومتها (انقطاع جزئي في الكبل أو تآكل الكبل أو تعرضه للصدأ).

الاختبار الديناميكي للدارة

Dynamic Testing

الاختبار الديناميكي للدارة هو الاختبار الذي يجري للدارة التي تكون متصلة بمصدر التغذية أي أنه اختبار الدارة و هي بحالة تشغيل و عمل.

و الهدف من هذا الاختبار هو البحث عن مواضع هبوط الجهد أي البحث عن مواضع الخلل .

مثال من كهرباء السيارات:

عند تشغيل مقلع محرك السيارة (المارش) starter فإن تياراً كهربائياً تبلغ شدته نحو 200 أمبير يتدفق من بطارية السيارة إلى المقلع و أثناء ذلك يهبط جهد بطارية السيارة من 12 إلى 11 فولت

، وعند قياس الجهد عند المقلع يجب أن يكون الجهد الواصل إليه 11 فولت كذلك، و هذا الأمر يدل على أن قطب البطارية الموجب ذو مقاومة منخفضة و يدل على أنه ليس هنالك جهدٌ ضائع (فاقد جهد) ما بين قطب البطارية الموجب و المقلع.

و يتوجب كذلك أن تكون القراءة عند كبل الراجع الأرضي صفراً.

و هذا يعني بأن كابل العائد الأرضي (-) و الخطوط الراجعة الأخرى ذات مقاومة منخفضة و يعني بأنه ليس هنالك أي فاقدٍ في الجهد.

و يجب أن يكون جهد خط الراجع الأرضي مساوياً للصفر لأنه يفترض في المقلع أن يكون قد استنفذ كامل الجهد.

و لكن ما الذي يحدث عندما يكون هنالك خللٌ ما في الكابل الواصل ما بين البطارية و مقلع المحرك؟

الذي سوف يحدث أنه لن يصل الحد الأدنى من الجهد الكافي لتشغيل المقلع بشكل طبيعي أي 11 فولت .

إن الجهد الذي سوف يصل إلى المقلع سيكون أقل من 11 فولت و بالتالي فإن المقلع لن يدور بسرعةٍ كافية لتشغيل محرك السيارة،كما أن مقاومة الكابل العالية لن تسمح بمرور تيارٍ كافي(أمبير) لعمل المقلع ،أي أن المقلع لن يحصل على 200 أمبير.

إن هذا كله سيحدث بينما سوف يعجز مقياس الأوم عن اكتشاف الخلل لأن مقياس الأوم لا يقيس هذا المستوى المتدني من المقاومة بالرغم مما يمكن أن يتسبب به هذا المستوى المتدني من المقاومة من إشكاليات كبيرة.

فإذا كانت مقاومة الكابل ضئيلةً جداً لا تتجاوز 0.081 Ω أوم و هو مستوى لا يستطيع مقياس الأوم قياسه فإن الكابل لن يمرر إلا 9 فولت و 110 أمبير فقط لأن المقاومة (بالأومΩ) تساوي الجهد و هو هنا 9 فولت تقسيم التيار و هو هنا 110 أمبير.

$9 \div 110 = 0.081$

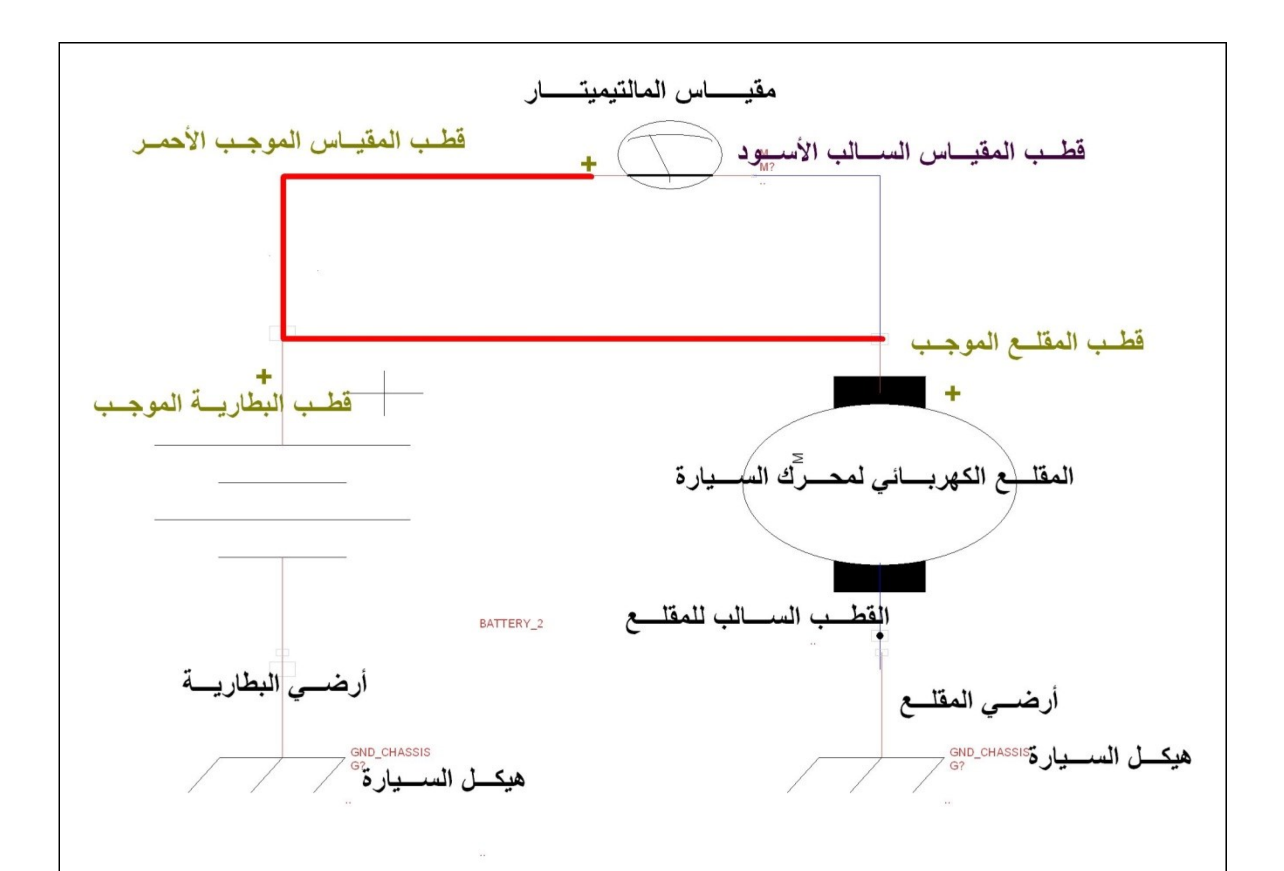
و هي قيمةٌ ضئيلة لا يستطيع مقياس الأوم الاعتيادي قياسها بالرغم مما تسببه من خللٍ كبير.

و هكذا فإن بإمكاننا بعد قياس كل من الجهد و الأمبير الذي يصل بشكلٍ فعلي إلى الحمل أن نحسب قيمة المقاومة في كبل التغذية عن طريق قسمة الجهد (الفولت) على التيار(الأمبير) فنحصل بذلك على قيمة المقاومة حتى و إن كان أدنى من أن يتمكن مقياس الأوم من قياسها.

و عند وجود خللٍ ما في الكبل (انقطاعٌ جزئي أي انقطاع بعض أسلاكه و اضطرار التيار للعبور عبر منطقة ضيقة ذات مقاومةٍ عالية –وجود صدأ أو تآكل) فإن المقاومة تزداد و عندما ترتفع المقاومة فإنها تشكل عائقاً يمنع تدفق مقدارٍ كافٍ من التيار(الأمبير) ،أي أن خلل التوصيلات لا يؤدي إلى انخفاض الجهد و حسب ،بل إنه يؤدي كذلك إلى انخفاض التيار(الأمبير) الذي يمر عبر الوصلة و عندها لن يكون التيار كافياً لتدوير المقلع بالسرعة اللازمة.

إن مقياس المقاومة (مقياس الأوم Ω) لا يستطيع قياس المقاومة المتدنية الشديدة الضآلة بالرغم مما تتسبب به تلك المقاومة المتدنية من إشكاليات ، ولذلك و حتى نحسب المقاومة المنخفضة بشكلٍ دقيق علينا أن نقيس كلاً من التيار(الأمبير) و الجهد(الفولت) في الكبل بشكلٍ متزامنٍ باستخدام مقياسين اثنين في الوقت ذاته و حتى نحسب قيمة المقاومة فإننا نقسم الجهد(الفولت) على التيار(الأمبير) .

و لإنجاز اختبار هبوط الجهد فإننا نصل مجس المقياس الموجب (الأحمر) بمصدر الجهد الأعلى و هو قطب البطارية الموجب ثم نصل مجس المقياس السالب(الأسود) بالنقطة التي يحاول الجهد الوصول إليها و هو القطب الموجب للمقلع ،أي نقطة اتصال المقلع بالبطارية،ذلك أن القطب السالب للمقلع يكون متصلاً بهيكل السيارة و ليس بقطب البطارية السالب.



إن الهيكل المعدني للمقلع(المارش) هو جزءٌ من أرضي الدارة و عند قياس هيكل المقلع مع القطب السلبي للبطارية يجب أن تكون نتيجة القياس صفر.

$9V \div 110A = 0.081$ ohm $\Omega = 8/1000$ ohm

9 فولت تقسيم 110 أمبير تساوي 8 بالألف من الأوم (قيمة المقاومة).

9 فولت تقسيم 110 أمبير تساوي 8 بالألف من الأوم (قيمة المقاومة).

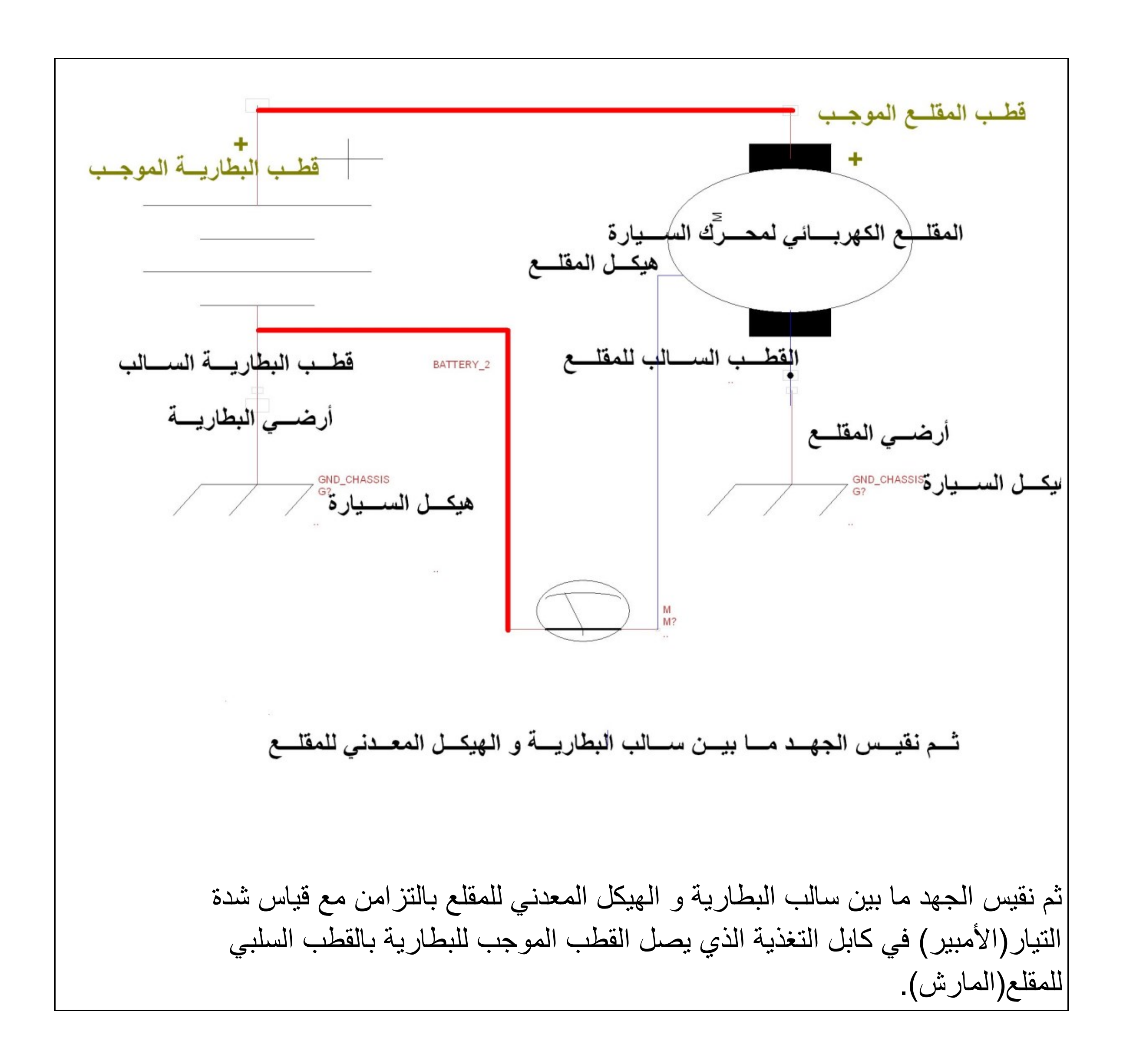
في اختبار الجهد السابق و بما أنه يجري أثناء تشغيل المقلع يتوجب استخدام مقياسي آفوميتار اثنين بشكلٍ متزامن حيث نستخدم المقياس الأول في قياس الجهد(الفولت) ،بينما نستخدم المقياس الثاني في قياس شدة التيار(الأمبير) في الكبل الواصل ما بين البطارية و القطب الموجب للمقلع.

نقيس الجهد (الفولت) ما بين موجب البطارية و موجب المقلع، ثم نقيس الجهد ما بين سالب البطارية و الهيكل المعدني للمقلع بالتزامن مع قياس شدة التيار(الأمبير) في كابل التغذية الذي يصل القطب الموجب للبطارية بالقطب السلبي للمقلع(المارش).

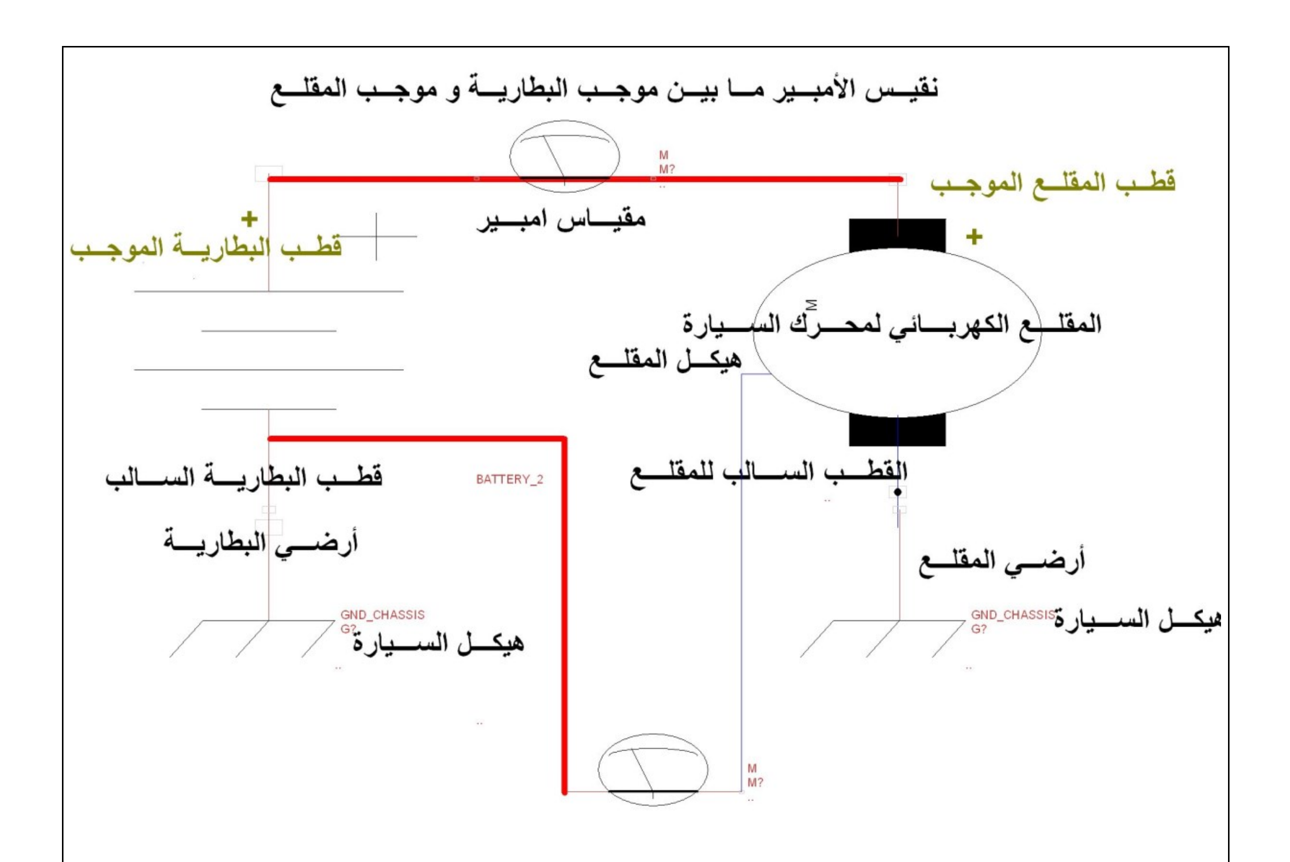
نقيس الجهد (الفولت) ما بين موجب البطارية و موجب المقلع:



ثم نقيس الجهد ما بين سالب البطارية و الهيكل المعدني للمقلع:



ثم نقيس الجهد ما بين سالب البطارية و الهيكل المعدني للمقلع بالتزامن مع قياس شدة التيار(الأمبير) في كابل التغذية الذي يصل القطب الموجب للبطارية بالقطب السلبي للمقلع(المارش).





إن مقياس المقاومة (مقياس أوم) الاعتيادي لا يقيس المستويات المدنية من المقاومة بالرغم مما تتسبب به تلك المستوبات المتدنية من المقاومة من مشكلاتٍ في الدارة، فإن لم يمرر كابل تغذية المقلع إلا 9 فولت و 120 أمبير فذلك يعني بأن مقاومة الكابل تبلغ 0.08 أوم لأن المقاومة تساوي الجهد مقاساً بالفولت (و هو هنا 9 فولت) تقسيم التيار (و هو هنا 110 أمبير).

$$9 \div 110 = 0.08$$

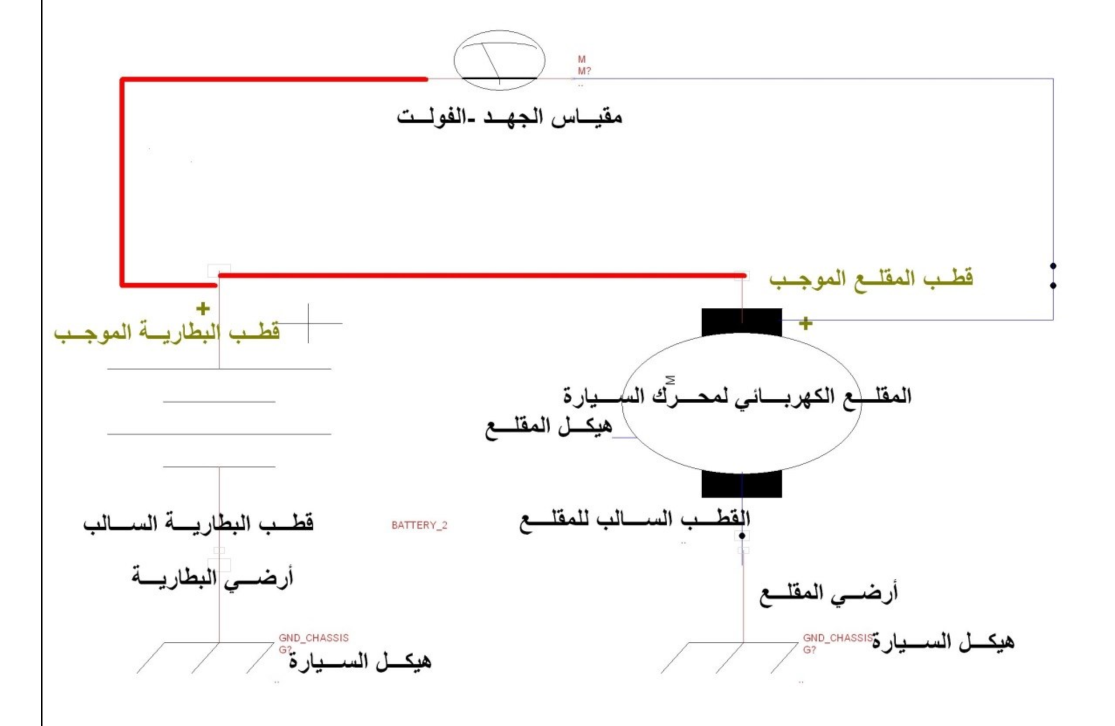
و هي قيمةً لا يستطيع مقياس أوم قياسها لأنها قيمةٌ شديدة التدني بالرغم من أن هذه القيمة المتدنية من المقاومة قد تتسبب في فشل عملية إقلاع محرك السيارة.

طريقة اختبار هبوط الجهد في الجانب الموجب من الدارة باستخدام مقياسٍ واحد

طريقة اختبار هبوط الجهد في الجانب الموجب من الدارة باستخدام مقياسٍ واحد

يتم وصل مسبار المقياس الموجب (الأحمر) إلى القطب الموجب لأعلى نقطة جهد في الدارة أي القطب الموجب للبطارية .

يتم وصل المسبار السالب(الأسود) للمقياس إلى النقطة التي يحاول الجهد الوصول إليها أي القطب الموجب للحمل و في مثالنا هنا فإنها القطب الموجب للمقلع (المارش)starter .

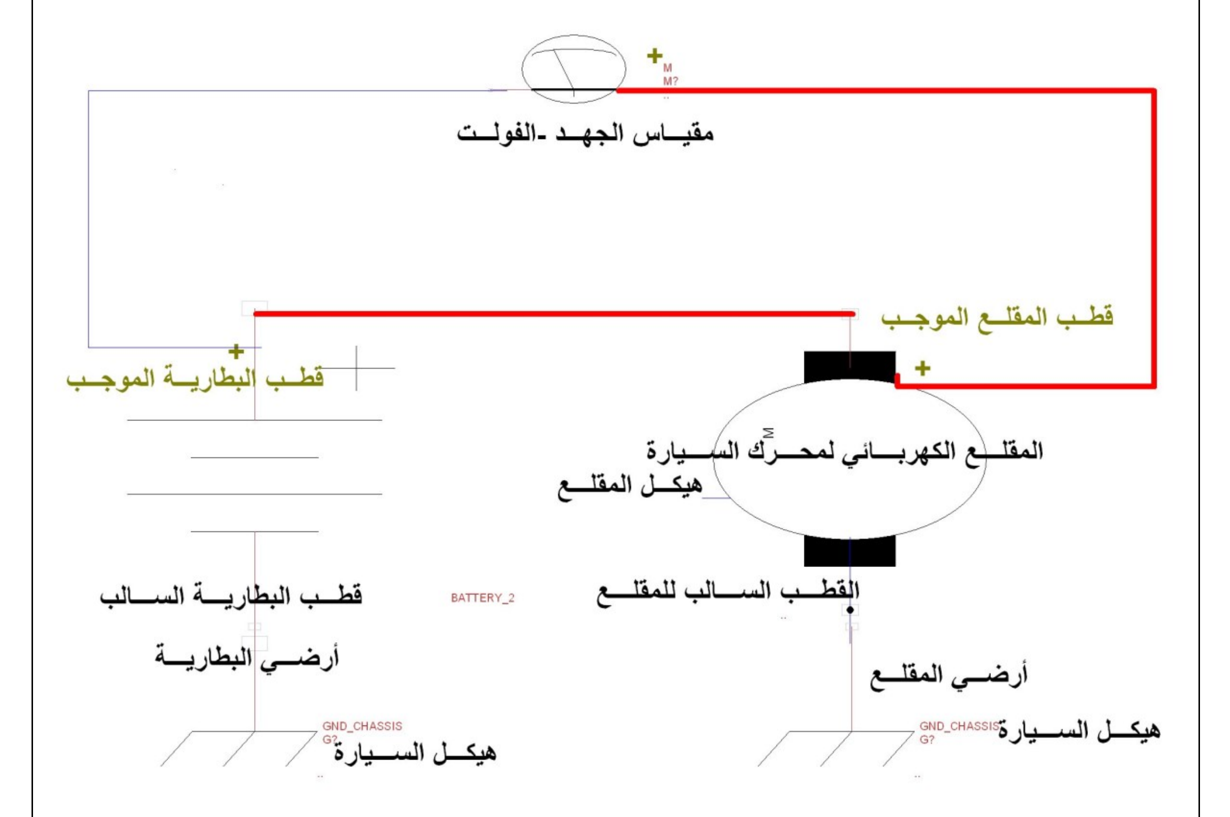


إن فرق قيمة الجهد ما بين القطب الموجب للبطارية و القطب الموجب للحمل(المقلع) مهما كان ضئيلاً هو الذي يهمنا في هذا القياس لأنه يدلنا على وجود ضياعات جهد في الوصلة ناتجة عن وجود مقاومةٍ عالية في الوصلة ناتجة بدورها عن وجود انقطاعٍ جزئي لبعض أسلاك الوصلة أو تعرض الوصلة للتآكل و الصدأ.

إن علينا الانتباه إلى أن مقياس الجهد يعطي نتيجة طرح القيمة التي تم قياسها على المسبار السلبي للمقياس من القيمة التي تم قياسها بواسطة المسبار الموجب للمقياس حيث يظهر المقياس على شاشته الفرق ما بين هاتين القيمتين.

و في حال ما إذا تم عكس قطبي المقياس:أي إذا تم وصل قطب المقياس الموجب إلى القطب الموجب للحمل و إذا تم وصل قطب المقياس السالب إلى القطب الموجب للبطارية فإن المقياس سوف يظهر قيمةً سلبية .

تشير شارة السالب (-) على شاشة المقياس إلى أن الأقطاب تم وصلها بصورةٍ معكوسة.



تذكر دائماً أن تصل مسبار المقياس الموجب إلى النقطة التي تحوي أعلى جهدٍ في الدارة (مصدر الطاقة) أي القطب الموجب للبطارية، و أن تصل المسبار السلبي للمقياس إلى النقطة التي تحوي أدنى جهدٍ (موجب) في الدارة أي النقطة التي سيتم ابتداءً منها استهلاك الجهد و هي بالطبع القطب الموجب للحمل أي القطب الموجب للمقلع.

إن الطريقة السابقة من طرق قياس هبوط الجهد هي طريقة اختبار هبوط الجهد من الجانب الموجب للدارة .

في الطريق السابقة من طرق اختبار هبوط الجهد فإننا لا نقترب أبداً بقياساتنا من الأقطاب الأرضية الراجعة أبداً (الأقطاب السلبية).

نجري جميع اختبارات هبوط الجهد في الطريقة السابقة على النقاط الموجبة و تحديداً بين أعلى نقطة موجبة للجهد و بين أدنى نقطة موجبة للجهد أي بين المنبع الموجب (القطب الموجب للبطارية) و المصب الموجب للجهد(القطب الموجب للمقلع –المارش).



طريقة اختبار هبوط الجهد في الجانب السالب من الدارة باستخدام مقياسٍ واحد

بعد القيام بإجراء اختبار هبوط الجهد على الجزء الموجب من الدارة يتوجب القيام بإجراء اختبار هبوط الجهد على الراجع الأرضي في الدارة (القسم السلبي من الدارة) .

إن هذا الاختبار يتضمن ثلاثة أجزاء و هي الهيكل المعدني للمقلع و القطب السلبي للبطارية و الكابل السلبي للبطارية الذي يصل قطبها السلبي بهيكل السيارة(أرضي الدارة).

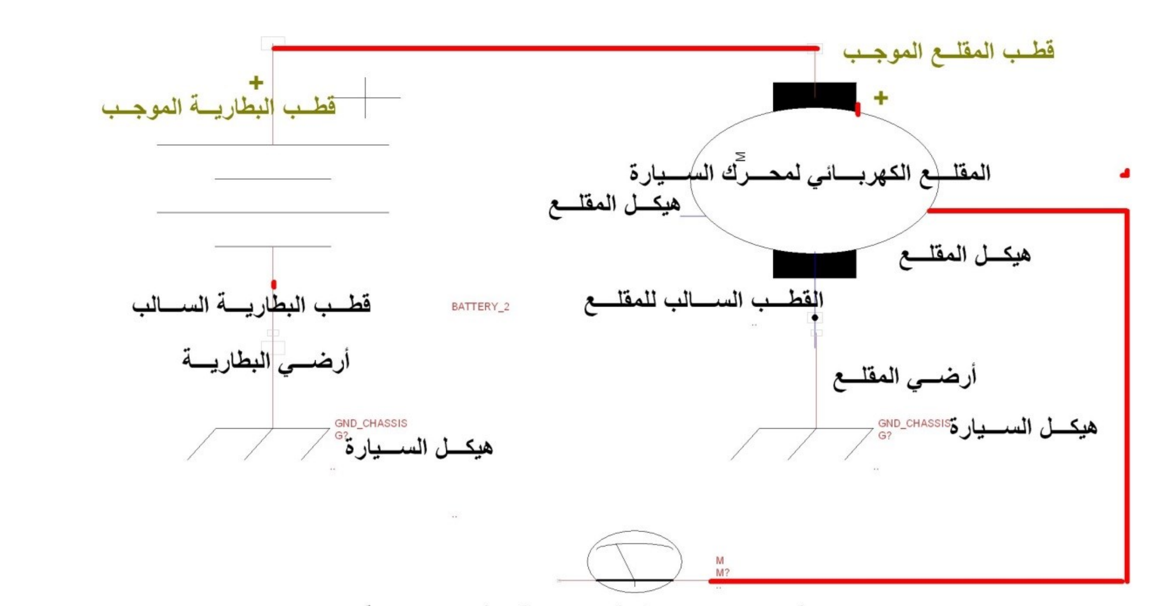
يجب أن يكون فرق الجهد ما بين الهيكل المعدني للمقلع و القطب السلبي للبطارية صفر فولت ،وهو الأمر الذي يعني بأن مقاومة الكابل لمرور التيار منخفضةٌ بما يكفي.

لإجراء اختبار هبوط الجهد على القسم الأرضي الراجع (-) من الدارة فإننا نقوم بالآتي:

نضبط مقياس الحهد(الأفوميتار) على قياس التيار المباشر (التيار المستمر) على جهد 20 فولت.

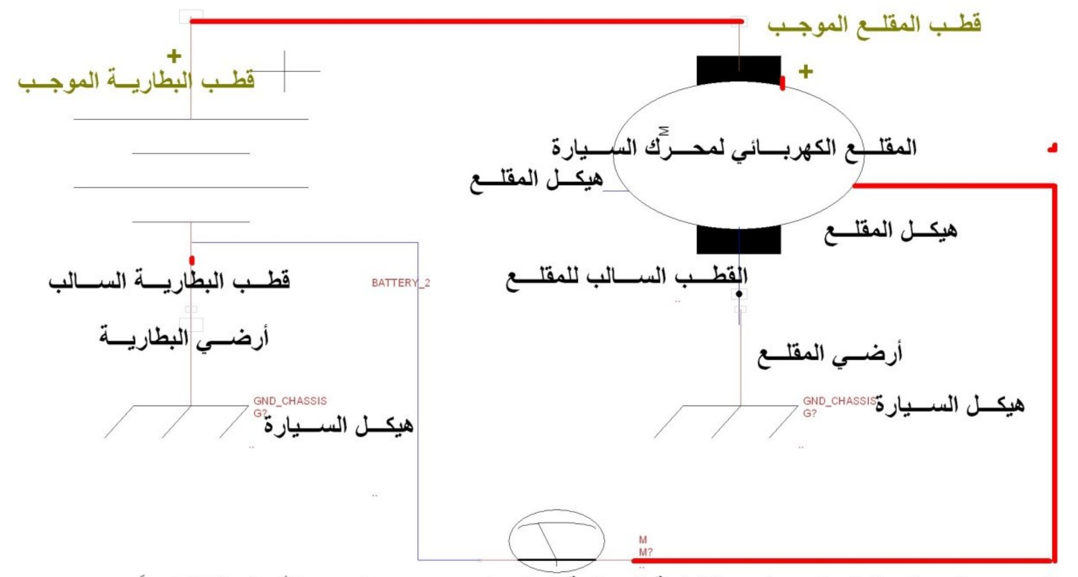
20V DC

نضع مجس المقياس الموجب(الأحمر) على النقطة (السلبية) الأعلى جهداً ، وهي في مثالنا هذا الهيكل المعدني للمقلع .



نضع مجس المقياس الموجب(الأحمر) على النقطة (السلبية) الأعلى جهداً -الهيكل المعدني للمقلع

نضع المجس السالب للمقياس على النقطة السلبية التي يكون جهدها هو الأكثر انخفاضاً في الدارة أي القطب السلبي لمصدر الطاقة و هذه النقطة هي القطب السلبي للبطارية.



نضع المجس السالب للمقياس على النقطة السلبية التي يكون جهدها هو الأكثر انخفاضاً في الدارة أي القطب السلبي لمصدر الطاقة و هذه النقطة هي القطب السلبي للبطارية

الآن نقوم بإدارة المقلع.

بمجرد أن ندير مقلع السيارة سيظهر المقياس فرق الجهد ما بين هاتين النقطتين ، والقيمة المثالية لفرق الجهد في القسم الأرضي الراجع(السلبي) من الدارة هو صفر فولت و هي تعني بأن مقاومة الكابل الراجع الأرضي منخفضةٌ جداً و أنه ليست هنالك ضياعاتٌ للجهد فيه.

من الملاحظ في السيارات الحديثة أن مولداتها الكهربائية أو مبدلاتها alternator تقوم بتوليد تيارٍ مرتفع (أمبير مرتفع) و لذلك فإن حالات هبوط الجهد فيها تلاحظ بشكلٍ أكبر مما كانت تلاحظ في السيارات القديمة حيث لا تتجاوز شدة التيار الذي تنتجه مولداتها 60 أمبير و لذلك فإن هبوطاًً في الجهد تبلغ قيمته 0.40 يعتبر مقبولاً فيها.

في دارات التيار المباشر(التيار المستمر) DC فإن الحمل يقوم باستهلاك كامل الجهد (الفولت) الموجود في الدارة.

إذا كانت مقاومة كابل الراجع الأرضي منخفضة فذلك يعني بأنه ليس هنالك فاقدٌ يذكر في الجهد(الفولت) في خط الراجع الأرضي(-) الذي يصل ما بين القطب السالب للمقلع و هيكل السيارة .

كلما كانت شدة التيار(الأمبير) في الدارة أكبر كان هبوط الجهد في الدارة أكبر ، و على سبيل المثال فإن المولدات في السيارات القديمة التي تولد تياراً تبلغ شدته 40 أمبير يكون هبوط الجهد فيها بمعدل 0.2 فولت ،أما مولدات السيارات الأحدث و التي تولد تياراً شدته أكبر من 100 أمبير فإن هبوط الجهد فيها يكون بمعدل 0.7 فولت.

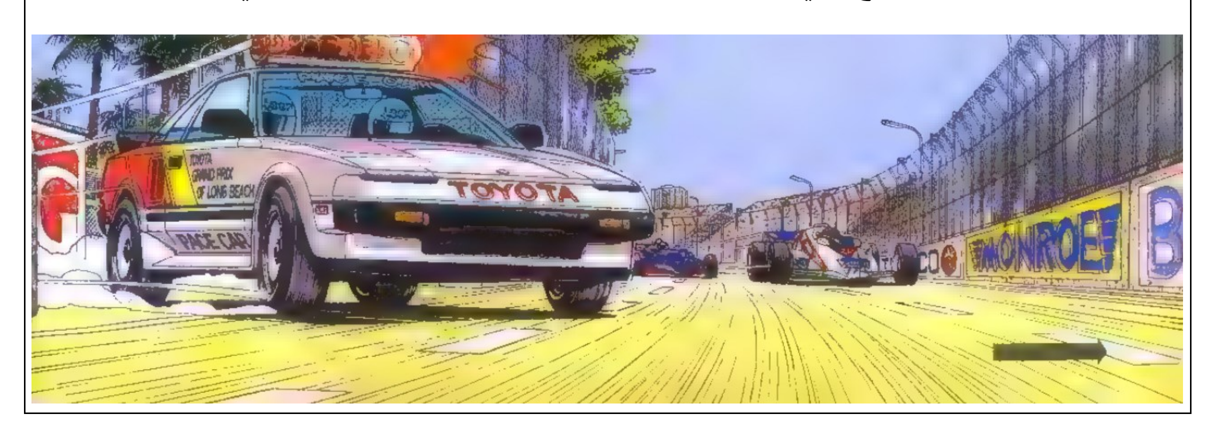
كلما كان الكابل أكثر طولاً كانت مقاومته أعلى و هذه المقاومة تؤدي إلى هبوط الجهد.

إن ضياع الجهد في جانب الراجع الأرضي(السلبي) من الدارة يكون دائماً أدنى من ضياع الجهد في الجانب الإيجابي للدارة.لماذا؟

لأن أرضي الدارة يتضمن هيكل السيارة بأكمله بكل ما يتضمنه من قطعٍ معدنية ضخمة كالجسور مثلاً و يمكننا أن نتصور بأن هيكل السيارة عبارة عن سلك ضخم ينقل التيار الكهربائي و هو بحكم ضخامته يكون ذو مقاومةٍ متدنيةٍ جداً و بالتالي لا يحصل فيه الكثير من ضياع و هبوط الجهد ،

ولهذا السبب فإن ضياع و هبوط الجهد على الجانب الموجب من الدارة يكون أكبر مما هو عليه في أرضي الدارة.

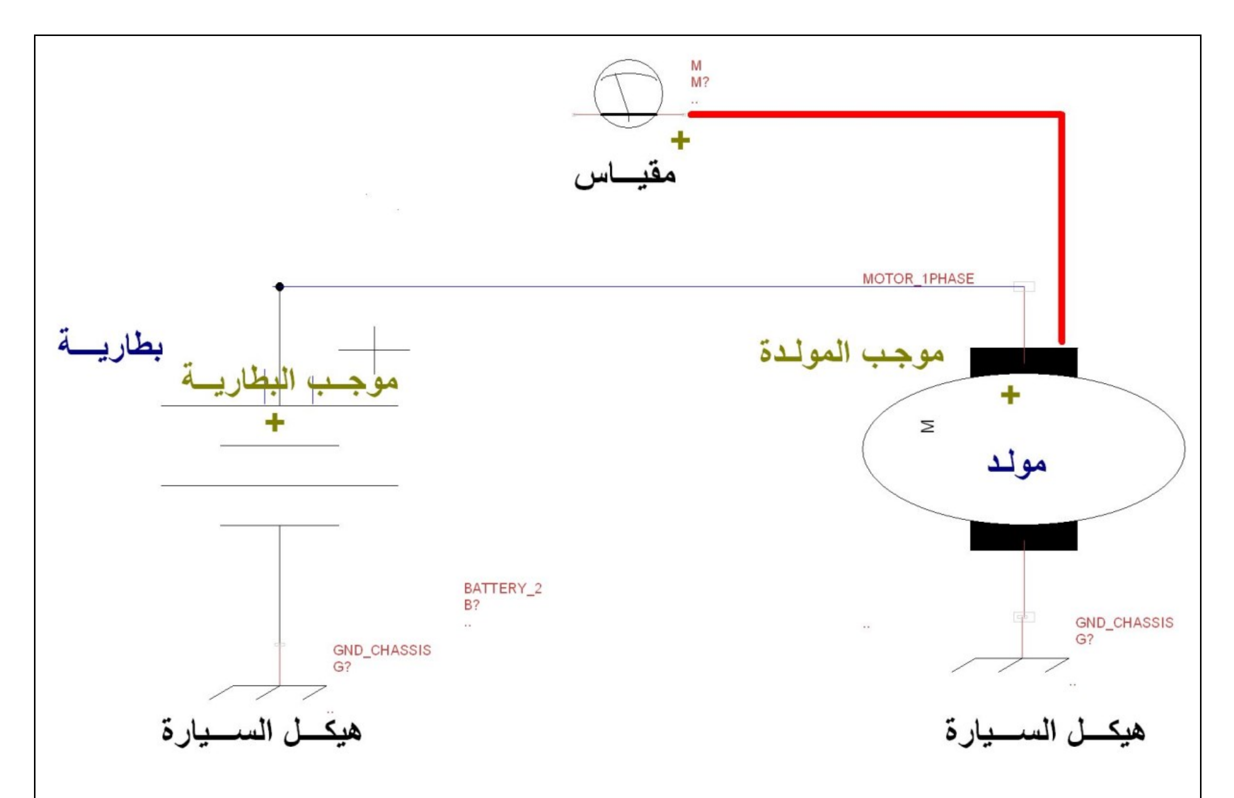
للحصول على أرقام قياسية للقيم المقبولة لمقدار هبوط الجهد علينا أن نحرص دائماً على إجراء قياس الجهد في الدارات التي تعمل بصورةٍ صحيحة و القيام بتسجيل نتائج هبوط الجهد تلك بحيث يمكننا مقارنتها لاحقاً بالنتائج التي نحصل عليها عند إجراء اختبار هبوط الجهد في داراتٍ مختلة.



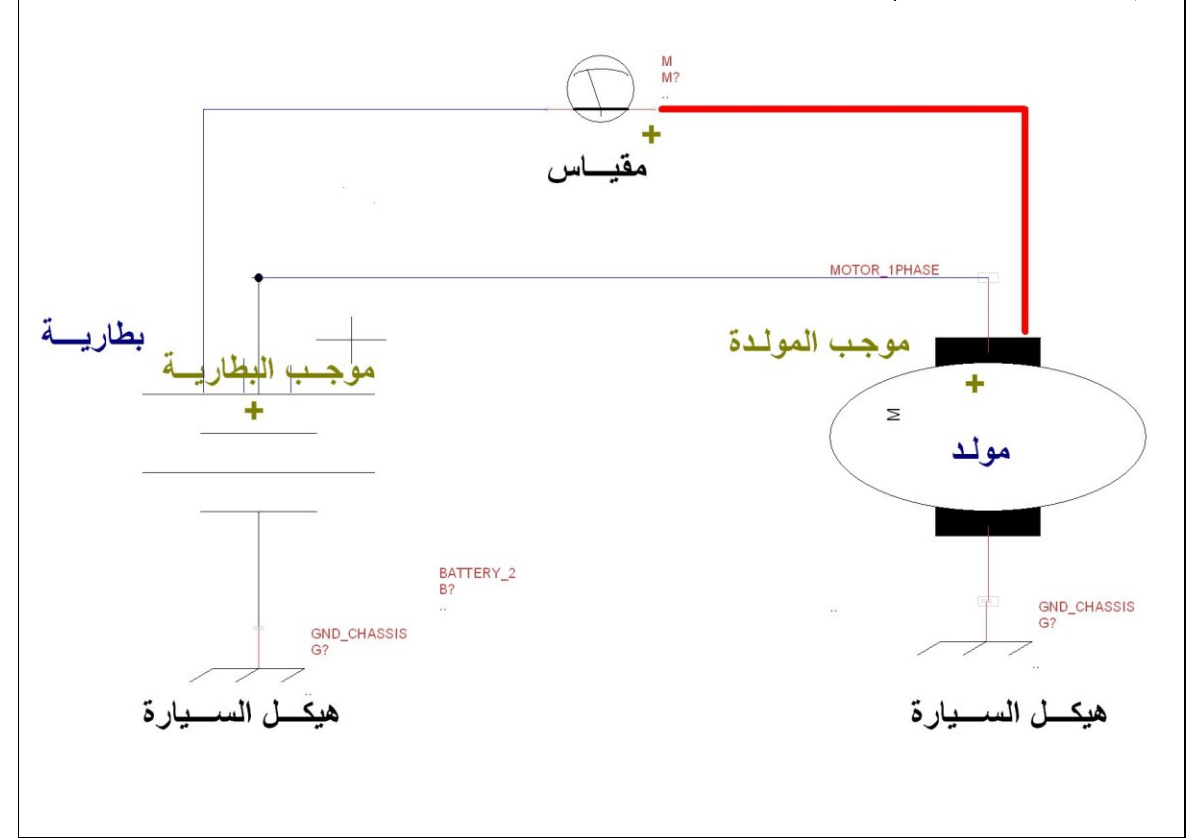
إجراء اختبار هبوط الجهد ما بين مولد السيارة و البطارية

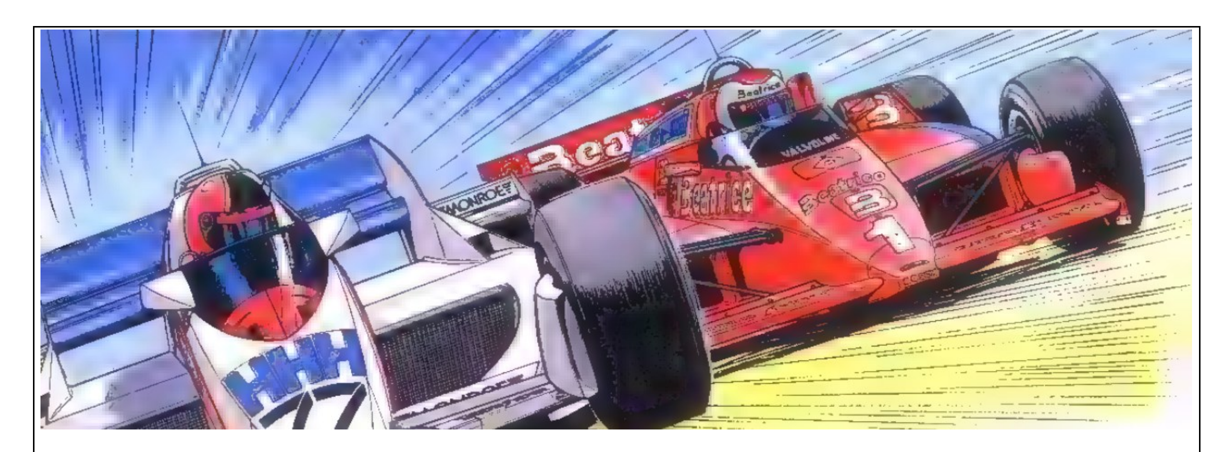
نضبط المقياس على وضعية قياس 20 فولت.

نضع مسبار المقياس الموجب على النقطة الأعلى جهداً بين النقطتين و هي هنا القطب الموجب للمولد (لأنه هو من يقوم بتغذية البطارية فهو مصدر الجهد).



نضع مسبار المقياس السلبي على النقطة الأدنى جهداً و هي هنا القطب الموجب للبطارية (الهدف الذي يتحرك نحوه الجهد).





تتميز دارة تغذية كمبيوتر السيارة بأمبير منخفض.

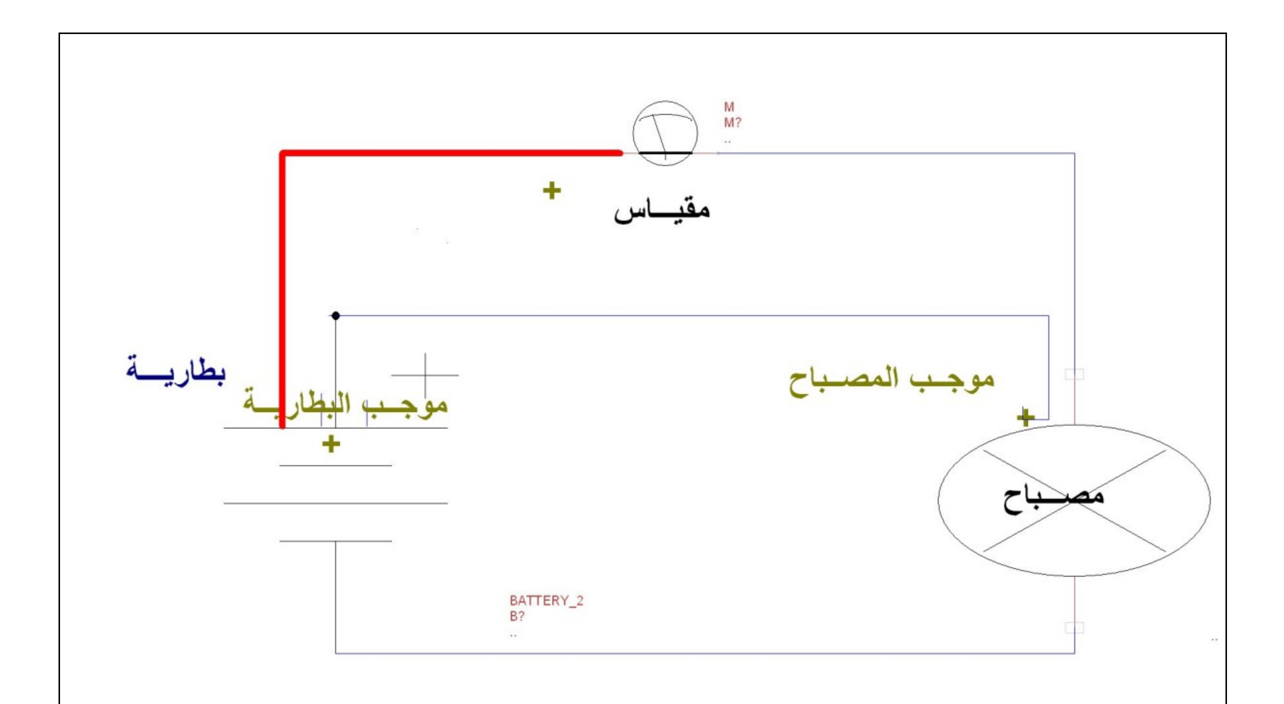
أرضي دارة تغذية كمبيوتر السيارة حساسٌ جداً لهبوط و ضياع الجهد.



ما بعد اختبارات هبوط الجهد الكلية

الآن لدينا دارةٌ ما تعمل على تيارٍ مباشر(مستمر) جهده 12 فولت قمنا بإجراء اختبار هبوط الجهد على جزئيها الموجب الممتد ما بين القطب الموجب لمصدر الجهد(البطارية أو المولد) مثلاً و القطب الموجب لمصب الجهد (القطب الموجب للحمل) و ليكن مثلاً مصباحٌ كهربائي.

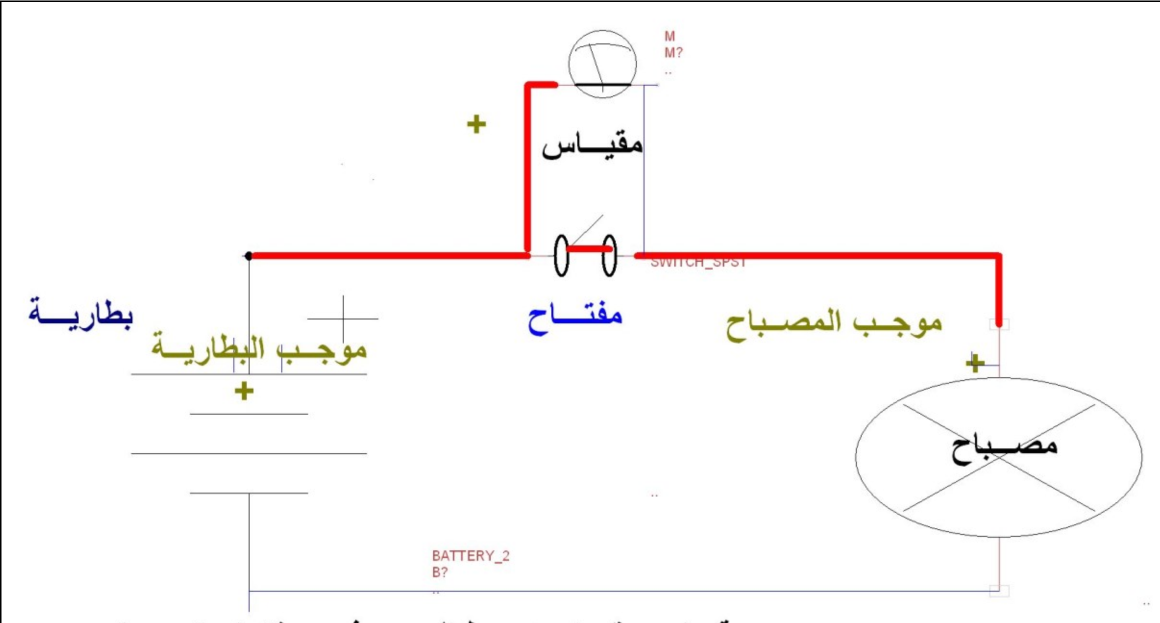
وضعنا المسبار الموجب للمقياس على نقطة الجهد الموجب الأعلى في الدارة: أي القطب الموجب لمصدر الجهد سواءً أكان بطارية أو مولد و وضعنا مسبار المقياس السالب على القطب الموجب لأدنى جهد في القيم الموجب من الدارة أي النقطة التي يتجه إليها الجهد أي القطب الموجب للحمل(القطب الموجب للمصباح مثلاً).



قمنا بضبط المقياس على وضعية قياس 20 فولت تيار مستمر 20 V DC لأنه و كما تعلمون يجب ضبط المقياس دائماً على جهدٍ أعلى قليلاً من الجهد الذي نقوم بقياسه.

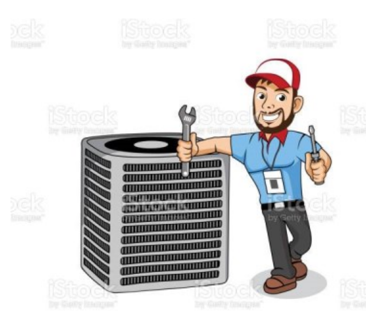
نقوم بتشغيل الدارة فيظهر لنا المقياس مقدار هبوط الجهد في الدارة ما بين المصدر و الهدف (مصدر الجهد و هدفه) لأن المقياس يطرح الجهد المقاس على المسبار السالب من الجهد المقاس على المسبار الموجب و يظهر نتيجة الطرح تلك.

و الآن بعد أن علمنا مقدار هبوط الجهد في القسم الموجب في الدارة ما بين مصدر الجهد و هدفه بمكننا بالطريقة ذاتها أن نقيس مقدار هبوط الجهد عند نقاطٍ معينة في الدارة مثلاً مقدار هبوط الجهد ما بين بداية مفتاح التشغيل و نهايته أو مقدار هبوط الجهد ما بين بداية وصلةٍ ما و نهايتها و بذلك يمكننا أن نكتشف مقدار هبوط الجزئي في مواضع معينة من الدارة ذات مقاومة عالية علنا نستطيع إزالتها أو التخفيف منها.

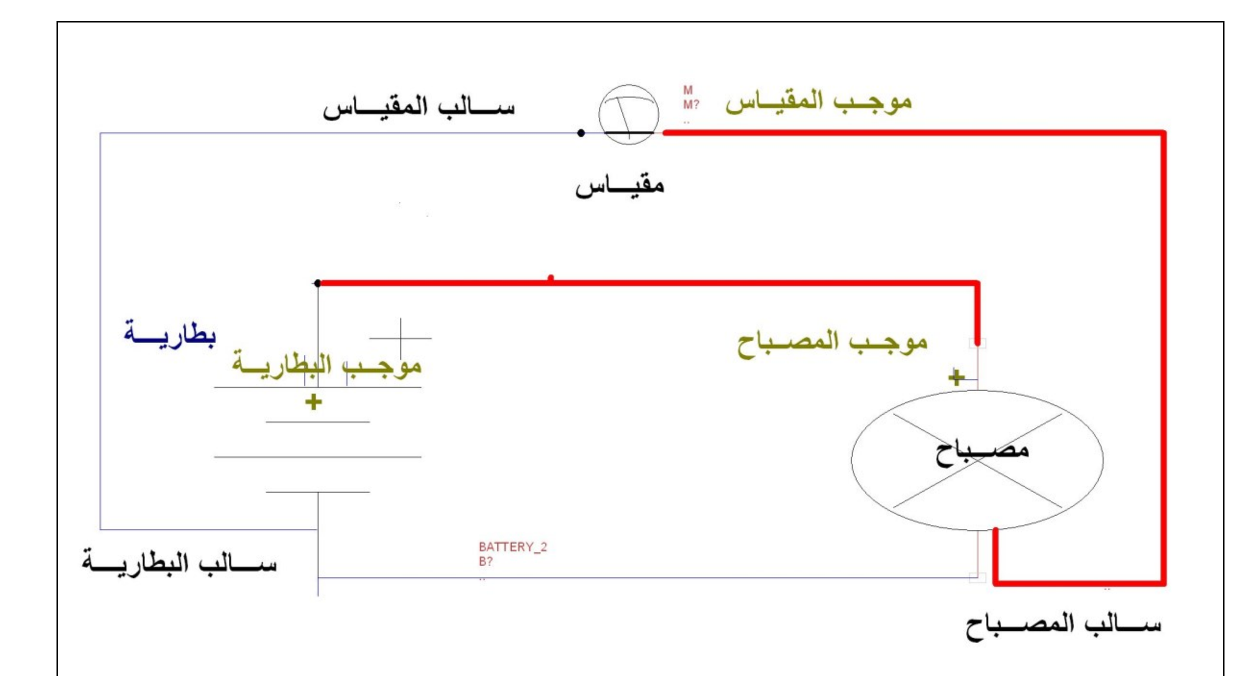


قيــاس مقــدار هبــوط الجهــد فــي مفتــاح كهربــائي

تذكر دائماً أن تجري قياس هبوط الجهد الديناميكي بينما تكون الدارة في حالة تشغيل أي عندما يتم وصل التغذية إليها.



لإجراء اختيار هبوط الجهد على الراجع الأرضي(-) في الدارة نضع المسبار السلبي(الأسود) للمقياس على أدنى نقطة جهدٍ سلبي في الدارة و هي القطب السالب لمصدر الجهد السلبي(القطب السالب للبطارية مثلاً) بينما نضع مسبار المقياس الموجب(الأحمر) على أعلى نقطة جهدٍ سلبي في الجزء السلبي من الدارة و هي القطب السلبي للمكون أو العنصر الذي يتجه إليه الجهد.

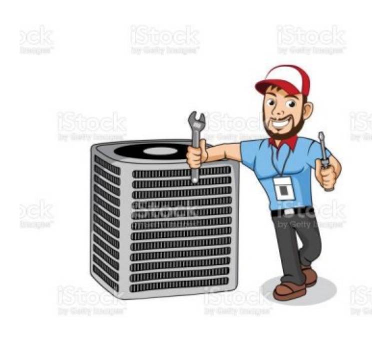


يجب إجراء اختياري هبوط جهد اثنين على الدارة:

اختبارٌ على الجزء السلبي من الدارة (خط الراجع الأرضي) و اختبارٌ على الجزء الموجب من الدارة.

عند إجراء اختبار هبوط جهدٍ جزئي على مكونٍ ما في الدارة نضع مسبار المقياس الموجب على القطب الموجب لذلك المكون (مفتاح تشغيل مثلاً) أي مدخل الجهد و نضع مسبار المقياس السالب على القطب السالب لذلك العنصر أي مخرج الجهد.





Voltage drop testing اختبار هبوط الجهد

عند إجراء اختبار هبوط الجهد تجب مراعاة النقاط التالية:

يجب أن تكون الدارة في حالة تشغيل أي أن يتدفق التيار فيها.

يتوجب إجراء هذا الاختبار على كلٍ من القسم الموجب و القسم السالب (الراجع الأرضي) في الدارة.

في حال كان هبوط الجهد عالياً نقوم بإجراء اختبارات هبوط جهدٍ جزئية على أجزاء الدارة المختلفة لتحديد العناصر ذات المقاومة العالية المسئولة عن هبوط الجهد حيث نقوم بتفحص الوصلات و المفاتيح و سواها بحثاً عن مواضع هبوط الجهد و ذلك بوضع المسبار الموجب للمقياس على القطب الموجب للمفتاح مثلاً و وضع المسبار السلبي للمقياس على قطبه السالب و نقوم بالأمر ذاته مع الوصلات.

wattage الأداء الكهربائي

كلما ازداد الوات (الأداء الكهربائي) انخفضت المقاومة .

الوات (الأداء الكهربائي)=الجهد(بالفوات)×شدة التيار(بالأمبير).

$W=V\times A$



تتميز المقاييس الكهربائية القديمة ذات المؤشر (الإبرة) بمقاومةٍ داخلية منخفضة نسبياً نحو مئة ألف أوم 100,000 ،أما المقاييس الرقمية فتبلغ مقاومتها الداخلية عشرة ميغا أوم 10 meg ohms أي 10000000 ohms أي عشر ملايين أوم أي أن مقاومتها الداخلية تساوي عشرة أضعاف المقاومة الداخلية للمقاييس ذات المؤشر،و لذلك فإن المقاييس القديمة ذات المؤشر قد تعطي قراءاتٍ خاطئة عند قياس مقاوماتٍ مرتفعة مثل دارات الكمبيوتر ،بل إن تلك المقاييس قد تتسبب بالضرر لبعض الدارات الحساسة.

Analog meter



كيف يقيس المقياس شدة التيار(الأمبير)؟

لقياس شدة التيار (الأمبير) يتم استخدام أداةٌ ملحقة بمقياس الجهد و هي (مجس التيار التحريضي) inductive current probe و هي أداةٌ ذاتية التغذية حيث تعتمد في تغذيتها على بطارية المقياس التي غالباً ما يكون جهدها 9 فولت.

آلية عمل مقياس شدة التيار(الأمبير)

عندما يتدفق تيارٌ كهربائي في سلك كهربائي يتشكل حقلٌ مغناطيسي حول ذلك السلك و هنا يقوم مجس شدة التيار بقياس ذلك الحقل المغناطيسي ثم يقوم بتحويل نتيجة القياس إلى إشارات بالميلي فولت و يعود المقياس لتحويل كل واحد ميلي فولت إلى أمبير واحد.

معظم مقاييس شدة التيار المتوفرة في الأسواق تقيس شدة تيار التيار المتناوب AC و لا تقيس شدة التيار المباشر(المستمر) DC.

عند شراء مقياس شدة تيار بقصد استخدامه في مجال التيار المستمرDC يتوجب التأكد من البائع بأن المقياس يقيس شدة التيار المستمرDC .



ما هو الاختلاف من الناحية الكيميائية ما بين البطارية المشحونة و البطارية الفارغة؟

يعبر عن النسبة ما بين الماء و حمض الكبريت في البطارية (و في أي محلولٍ آخر) بمصطلح الثقل النوعي أو الكثافة النوعية SG فالكثافة النوعية للماء تبلغ 1.000 بينما تبلغ الكثافة النوعية لحمض الكبريت 1.835 أما الكثافة النوعية لمزيج الماء مع حمض الكبريت في بطاريةٍ تامة الشحن بدرجة حرارة 26.7° درجة مئوية فتكون بين هذين الحدين.

و في البطارية غير المشحونة أو الفارغة تنخفض كثيراً نسبة حمض الكبريت إلى الماء أي أن الكثافة النوعية للمحلول الكهربائي في البطارية تنخفض أي أن نسبة حمض الكبريت إلى الماء تنخفض.

و عند شحن البطارية مجدداً تنقلب الصورة رأساً على عقب حيث ترتفع الكثافة النوعية مجدداً أي تزداد نسبة حمض الكبريت إلى الماء في محلول البطارية.

كلما انخفضت درجة الحرارة انخفضت الكثافة النوعية أي تدنت نسبة حمض الكبريت إلى الماء و انخفض بالنتيجة مقدار التيار الذي تنتجه البطارية و لهذا السبب فإن البطاريات التي تستثمر في المناطق الاستوائية الدافئة تتم معايرتها كيميائياً بحيث تكون كثافتها النوعية منخفضة 1.210 أي أن نسبة حمض الكبريت إلى الماء فيها تكون متدنية، أما البطاريات التي يتم استثمارها في المناطق الباردة فتتم معايرتها كيميائياً بحيث تكون كثافتها النوعية مرتفعة 1.300 .

الآن،طالما أن كفاءة البطارية تزداد مع ازدياد كثافة محلولها النوعية أي (نسبة حمض الكبريت إلى الماء) إذا لماذا لا يتم رفع الكثافة النوعية (نسبة حمض الكبريت إلى نسبة الماء) في محلول البطارية الكهربائي؟

الجواب لأن عمر البطارية يتدنى كلما ارتفعت كثافة محلولها النوعية أي أن عمر البطارية يقل كلما ارتفعت نسبة حمض الكبريت إلى الماء في محلولها.

كلما انخفضت الكثافة النوعية لسائل البطارية ازداد احتمال تعرضه للتجمد لأن كثافته تصبح أقرب إلى الكثافة النوعية للماء.



عملية شحن البطارية من الناحية الكيميائية

إن عملية شحن البطارية هي العملية الكيميائية المعاكسة لعملية تفريغ البطارية.

إن الطاقة الكهربائية التي تستخدم في شحن البطارية تتحول داخل البطارية إلى طاقةٍ كيميائية يتم تخزينها داخل البطارية .

ينتج الشاحن أياً يكن أو مولد السيارة جهداً كهربائياً(فولت) أعلى من جهد البطارية أي أنه ينتج ضغطاً كهربائياً أعلى من الضغط الكهربائي للبطارية و بشكل أدق فإن الشاحن الكهربائي في

المنازل أو المولد في السيارة ينتج ضغطاً كهربائياً (جهد) أعلى من الضغط الكهربائي للدارة المفتوحة في البطارية التي يقوم بشحنها و هذا الضغط الكهربائي يدفع بالتيار مجدداً إلى البطارية متغلباً على جهد الدارة المفتوحة ضمن البطارية.

يقوم الشاحن أو المولد بإنتاج مقدارٍ فائضٍ من الإلكترونات التي تتجمع عند القطب السلبي للبطارية و نحو ذاك القطب السالب تنجذب شوارد(أيونات) الهيدروجين الموجبة الشحنة .

ترتبط شوارد الهيدروجين مع الكبريت مكونةً حمض الكبريت H_2SO_4 وهو الأمر الذي يؤدي إلى زيادة نسبة الحمض على حساب الماء أي أن هذا الأمر يؤدي إلى ارتفاع الكثافة النوعية لسائل البطارية.



إن توصيل مقدارٍ من تيار الشحن لا يؤدي إلى رفع درجة حرارة البطارية يؤدي إلى إحداث معدل امتصاصٍ طبيعيٍ غير أن تيار الشحن المرتفع قد يؤدي إلى رفع درجة حرارة البطارية و هو الأمر الذي يؤدي إلى إحداث فقاعاتٍ في سائل البطارية و تشكيل غاز هيدروجين قابلٍ للاشتعال، و عندما يختلط غاز الهيدرجين مع الأوكسجين الموجود في الجو يصبح قابلاً للإنفجار عند تعرضه لأية شرارة،و لذلك و منعاً لحدوث أي شرارة يتوجب فصل الطاقة الكهربائية عن الشاحن قبل فصله أو وصله بالبطارية وذلك منعاً لحدوث أي شرارة عند قطبي البطارية.

أضيفت إلى بعض الشواحن الحديثة خاصية منع الشرر حتى إذا تم وصلها أو فصلها أثناء التشغيل.



و يتوجب الانتباه إلى أن البطارية التي تفرغ بسرعة نتيجة استخدامها عدة مراتٍ متتالية في إقلاع محرك السيارة (محاولات إقلاع فاشلة متتالية) قد تنتج كذلك مقادير عالية من غاز الهيدروجين و لذلك يتوجب الحذر عند فصل أو وصل أو التعامل مع بطارية إذا تم إفراغها بسرعة في عمليات إقلاعٍ فاشلة متتالية.

كما يتوجب الحذر عند القيام بتشبية **jump-start** سيارة من بطارية سيارةً أخرى بعد استنفاذ بطارية السيارة الأولى في عدة محاولات إقلاعٍ فاشلة متتالية.



بعد رحلة سفر طويلة في يومٍ حار عندما ترتفع درجة حرارة المحرك بصورة غير طبيعية إياك أن ترفع غطاء المحرك لتبريده لأن تعرض بخار البنزين للهواء قد يؤدي لحدوث حريقٍ أو انفجار.

قم اولاً بتبريد المحرك عن طريق سكب الماء على الغطاء الخارجي للمحرك دون أن تقوم برفع الغطاء ولا تقم برفع غطاء المحرك إلا بعد أن تنخفض درجة حرارته .



خطوات التشبية الآمنة jump-start

الخطوات الآمنة لتشغيل سيارة بطاريتها ميتة (مستنفذة) من بطارية سيارة أخرى:

1 نصل كابل التشبية jumper cable الأحمر (الموجب)إلى قطب البطارية الفارغة الموجب.

2 نصل الطرف الثاني للكابل الموجب ذاته بعد ذلك إلى القطب الموجب للبطارية السليمة.

3 نصل الكابل الأسود(السالب) إلى القطب السالب للبطارية السليمة.

4 نصل الطرف الثاني لذلك الكابل السالب ذاته إلى جسم المحرك أو هيكل السيارة التي نريد تشبيتها (السيارة ذات البطارية الفارغة).

إن الخطوات السابقة تمنع إمكانية حدوث أية شرارة عند التوصيل أو التشغيل.

إذاً فإننا نبدأ التوصيل من موجب البطارية الفارغة إلى موجب البطارية السليمة ثم نقوم بالتوصيل من سالب البطارية السليمة إلى هيكل السيارة ذات البطارية المستنفذة.



يمكن شحن البطارية بتيار شدته ٍ أعلى من 60 أمبير شريطة أن لا تزيد درجة حرارة البطارية من الخارج عن 52 درجة مئوية.

ضع يدك على البطارية من الخارج- إن لم تستطع أن تبقي يدك على البطارية لأكثر من بضعة ثواني بسبب حرارة البطارية فيتوجب عليك عندها أن تقلل من شدة تيار الشحن (الأمبير).

قم بتخفيض شدة تيار الشحن(الأمبير) إذا لاحظت بأن سائل البطارية يصدر مقداراً غير اعتيادي من الفقاعات.

استخدم شواحن ذكية لأنها تتوقف عن الشحن عند تمام الشحن أو عند حدوث أي مشكلة كحدوث دارة قصر (شورت) مثلاً.



اختبار البطارية

يتطلب اختبار معظم البطاريات أن تكون مشحونةً بشكلٍ كلي.

يمكن اختبار مستوى الشحن في البطاريات القديمة باستخدام مقياس السوائل (الهايدروميتار) وذلك عن طريق قياس الكثافة النوعية لسائل البطارية.

و في كلٍ من البطاريات القديمة و البطاريات الحديثة يمكن قياس مستوى الشحن عن طريق إجراء اختبار جهد الدارة المفتوحة an open circuit voltage test .

قبل إجراء اختبار جهد الدارة المفتوحة على البطارية يجب أن تبقى البطارية لمدة عشر دقائق على الأقل دون حمل و لذلك يتوجب فصل جميع الأحمال الكهربائية عن البطارية قبل 10 دقائق على الأقل من إجراء هذا الاختبار.

يجب أن تكون البطارية مشحونةً شحناً كاملاً .

نضبط المقياس على وضعية قياس 20 فولت تيار مستمر (تيار مباشر) DC 20 V .

نضع مسباري المقياس على قطبي البطارية .

إذا كانت البطارية سليمة و مكتملة الشحن و ليس عليها أي أحمال فيجب أن يشير المقياس إلى 12.6 فولت أو أعلى.

عند قياس بطارية يبلغ جهدها 6 فولت فيجب أن نقسم القيمة السابقة على 2 .

في حال الشحن المكتمل فإن بطارية يبلغ جهدها 12 فولت يجب أن تعطي قراءة 12.65 بينما يجب أن تعطي بطارية جهدها 6 فولت قراءة مقدارها 6.32 فولت.

إذا كان مستوى الشحن 75% فيجب على بطارية جهدها 12 فولت أن تعطي قراءة 12.45 فولت بينما يجب أن تعطي بطارية جهدها 6 فولت قراءة مقدارها 6.21 فولت.

إذا كان مستوى الشحن 50% فيجب على بطارية جهدها 12 فولت أن تعطي قراءة 12.24 فولت بينما يجب أن تعطي بطارية جهدها 6 فولت قراءة مقدارها 6.12 فولت.

إذا كان مستوى الشحن 25% فيجب على بطارية جهدها 12 فولت أن تعطي قراءة 12.6 فولت بينما يجب أن تعطي بطارية جهدها 6 فولت قراءة مقدارها 6.02 فولت.

في حال كانت البطارية فارغة فإن بطارية يبلغ جهدها 12 فولت يجب أن تعطي قراءة 11.89 بينما يجب أن تعطي بطارية جهدها 6 فولت قراءة مقدارها 5.93 فولت.

الغاية من ترك البطارية لمدة 10 دقائق أو أكثر بعد الشحن تتمثل في إزالة الشحن السطحي Surface charge.

.



الاختبار الديناميكي للبطارية (اختبار البطارية تحت الحمل و في وضعية التشغيل)

Dynamic Battery Testing

نقوم بتعطيل منظومة الإشعال و حقن الوقود في السيارة و يتم ذلك في السيارات الحديثة من خلال نزع الفيوز الخاص بمنظومة الإشعال EFI Fuse .

أما في السيارات القديمة التي تعتمد في عملها على المفحم (الكارباراتور) فيتوجب انتزاع الملف الموجود على غطاء الموزع مع ضرورة تأريض الملف (وصله بأرضي الدارة).

قم بتشغيل المقلع لمدة 15 ثانية .

اترك البطارية ترتاح لمدة 15 ثانية وذلك لإزالة الشحن السطحي surface charge.

نقوم بضبط المقياس على وضعية قياس جهدٍ مستمر 20 فولت :

20v dc

نصل المقياس إلى قطبي البطارية.

نقوم بتشغيل مقلع محرك السيارة لمدة 15 ثانية أخرى.

نلاحظ قراءة المقياس في الثواني الأخيرة من عمل المقلع.

إذا كانت البطارية سليمة فيجب أن تكون القراءة 9.6 فولت إذا كانت درجة حرارة الجو بحدود 22 درجة مئوية .

إذا تم هذا الاختبار في جوٍ بارد بحدود 5 درجات مئوية فقط و إذا كانت البطارية سليمة فيجب أن نحصل على قراءة مقدارها 9.3 فولت أو أعلى.

ما هي الغاية من تعطيل نظام حقن و إشعال الوقود؟

الغاية من ذلك منع محرك السيارة من الدوران لأن ذلك سيفسد اختبار البطارية لأن محرك السيارة قد يقلع في أقل من 15 ثانية مثلاً .

و هنالك أجهزة اختبار للبطاريات احترافية تستطيع اختبار حتى البطاريات الفارغة و المستنفذة و الميتة لأنها تعتمد في عملها على قياس المقاومة الداخلية للبطارية battery's internal resistance ذلك أنه كلما ارتفعت المقاومة الداخلية للبطارية انخفض أدائها، غير أن أسعار تلك المقاييس مرتفعة و بذلك فإن أفضل احتبارات البطارية لمن لا يمتلك تلك الأجهزة هو اختبار جهد الدارة المفتوحة حيث يمكن تنفيذه على البطارية دون حمل بل يمكن تنفيذه على البطارية أينما كانت.

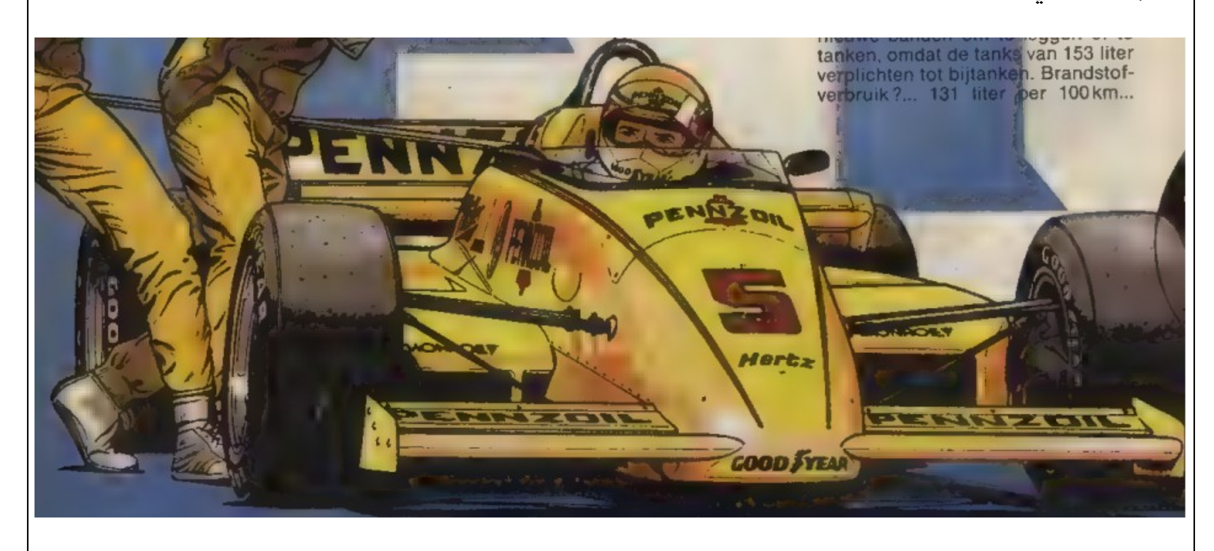
مولدات التيار المتناوب في السيارات

Alternator=AC generator

تم استخدام مولدات التيار المستمر DC في توليد الكهرباء في السيارات حتى بداية الستينات حيث بدأ استخدام المنوبات Alternators أو مولدات التيار المتناوب AC generator في توليد الكهرباء في السيارات.

تقوم المنوبات أو مولدات التيار المتناوب بتحويل التيار المتناوب بعد أن تقوم بتوليده إلى تيارٍ مستمر DC عن طريق دايودات (ستجد لاحقاً شرحاً مفصلاً لكيفية قيام الدايودات و جسر التوحيد بتحويل التيار المتناوب إلى تيارٍ مستمر).

يقوم مولد السيارة أحياناً بتوليد جهدٍ مقداره 20 فولت غير أن البطارية تقوم بتنظيمه إلى 12 فولت و كذلك الحال بالنسبة لشدة التيار فإذا كانت لدينا سيارة تحتاج إلى 50 أمبير مثلاً فإنه يتم تركيب مولدٍ كهربائي فيها يؤمن 60 أمبير.



إن كلاً من المنوبات (مولدات التيار المتناوب) AC و مولدات التيار المستمر DC تقومان بتوليد جهدٍ و تيارٍ متناوب AC .

تحتوي مولدات الجهد المستمر على منظمات جهدٍ ميكانيكية mechanical voltage regulator تقوم بضبط كلٍ من الجهد و التيار ،كما تحتوي منظمات الجهد على حاكمة قطع

cut-out relay تمنع ارتداد التيار من البطارية إلى المولدة عندما يكون محرك السيارو متوقف عن العمل أي عندما يكون المولد متوقفاً كذلك أما في المولدات الحديثة فيتم منع ارتداد التيار الكهربائي إلى المولدة باستخدام دايودات ذلك أن الدايودات هي عبارة عن صمامات عدم رجوعٍ كهربائية لا تسمح للتيار الكهربائي بالمرور إلا في اتجاهٍ واحد.

أدى تطوير الدابودات و شيوع استخدامها إلى انتشار استخدام المنوبات alternators (أي مولدات التيار التناوب) بشكلٍ كبير في في بداية ستينات القرن الماضي ، و الدايود كما علمتم هو صمامٌ كهربائي ذو طريقٍ واحد an electrical one-way valve ،وبذلك فإن الدايودات

الموجودة داحل المنوبة تقوك بتحويل التيار المتناوب AC إلى تيارٍ مستمر DC عبر عملية تعرف بعملية التقويم ractification .

إن الاختلاف الرئيسي ما بين المنوبات(مولدات التيار المتناوب) و مولدات التيار المستمر يتمثل في طريقة تموضع المغناطيسات و الملفات فيهما ،ففي المنوبة (مولدة التيار المتناوب) نجد مغناطيساً دواراً و ملفاً ثابتاً (كما هي حال مولدات الدراجات القديمة) أما مولدة التيار المستمر DC فإنها تحوي ملفاً متحركاً و مغناطيسات ثابتة (تماماً كما هي حال المحركات الكهربائية).

إن الموجات الكهربائية التي تنتجها المنوبة (مولدة التيار المتناوب) تتألف من تموجاتٍ إيجابية تقع فوق خط الصفر (الخط المنصف) و تموجاتٍ سلبية تقع تحت خط الصفر (الخط المنصف الأوسط) .

يقوم الدايود باقتطاع المنحني السلبي ،أي جزء الموجة السلبي الذي يقع تحت خط الصفر الأوسط المنصف و يسمح فقط للمنحنيات الموجبة التي تقع فوق خط الصفر الأوسط بالخروج على شكل جهدٍ موجب.

يقوم الدايود باقتطاع الجزء السفلي السلبي من التموجات ولا يبقي إلا على الجزء الإيجابي العلوي ليتم تحويله إلى تيارٍ مستمر.

لدينا في المنوبة أو مولدة التيار المتناوب ثلاثة ملفات و 6 دايودات ثلاثة منها سلبية لا تمرر إلا الجهد السلبي و ثلاثةٌ منها إيجابية لا تمرر إلا الجهد الموجب .

كل ملفٍ من الملفات الثلاثة الموجودة في قلب مولدة التيار المتناوب يكون متصلاً مع دايودين إثنين أحدهما سلبي و الآخر موجب .

لا يسمح الدايود السلبي إلا للجهد السلبي بالمرور من خلاله إلى أرضي الدارة،أي أن الدايود السلبي يتخلص من الجهد السلبي في أرضي الدارة .

أما الدايود الموجب فإنه لا يسمح إلا للجهد الموجب بالمرور إلى القطب الموجب للبطارية .

و بذلك يتم التخلص من الجهد السلبي في أرضي الدارة و الإبقاء فقط على الجهد الإيجابي و إرساله إلى القطب الموجب للبطارية.

يتألف القلب الثابت **stator** في المنوبة مولدة التيار المتناوب من من ثلاثة ملفات و هذه الملفات الثلاثة تنتج جهد تيارٍ متناوب AC يتأرجح هبوطاً و صعوداً بحيث يكون نصفه العلوي موجب بينما يكون نصفه السفلي سالب.

تتصل نهاية (مخرج) كل ملفٍ من الملفات الثلاثة الموجودة داخل المنوبة بدايودين اثنين أحدهما سلبي و الثاني إيجابي بينما يكون الطرف الثاني لكل ملفٍ من تلك الملفات الثلاثة متصلٌ مع بدايات الملفين الآخرين هلى صورة حرف واي y .

يقوم الدايود السلبي بالتخلص من الجهد السلبي عبر تمريره إلى أرضي الدارة بينما لا يسمح للجهد الموجب بالمرور عبره (إلى أرضي الدارة) .

و بالمقابل فإن الدايود الموجب لا يسمح للجهد السلبي بالمرور خلاله (إلى القطب الموجب للبطارية) ، و لكنه يسمح للجهد الموجب بالمرور من خلاله إلى القطب الموجب للبطارية.

إذاً فإن المنوبة (مولدة التيار المتناوب) تقوم بتخريج ثلاثة فازات موجبة تتراكب فوق بعضها البعض و تختلط مع بعضها البعض على صورة جهد تيارٍ مستمر DC .

إن العملية السابقة تعرف بعملية تقويم جهد التيار المتناوب إلى جهد تيارٍ مستمر.

إذاً :

تحوي المنوبة (مولدة التيار المتناوب) على 6 دايودات ،ثلاثةٌ منها سلبية و ثلاثةٌ منها إيجابية ، و لكل مخرجٍ من مخارج الملفات الثلاثة هنالك دايودين إثنين واحدٌ موجب و الآخر سالب.

تكون الدايودات السلبية الثلاثة متصلةٌ بهيكل المنوبة (مولدة التيار المتناوب)،بينما تكون الدايودات الإيجابية متصلةٌ بمبددٍ حراري **heat sink** و تكون معزولةً عن أرضي الدارة.

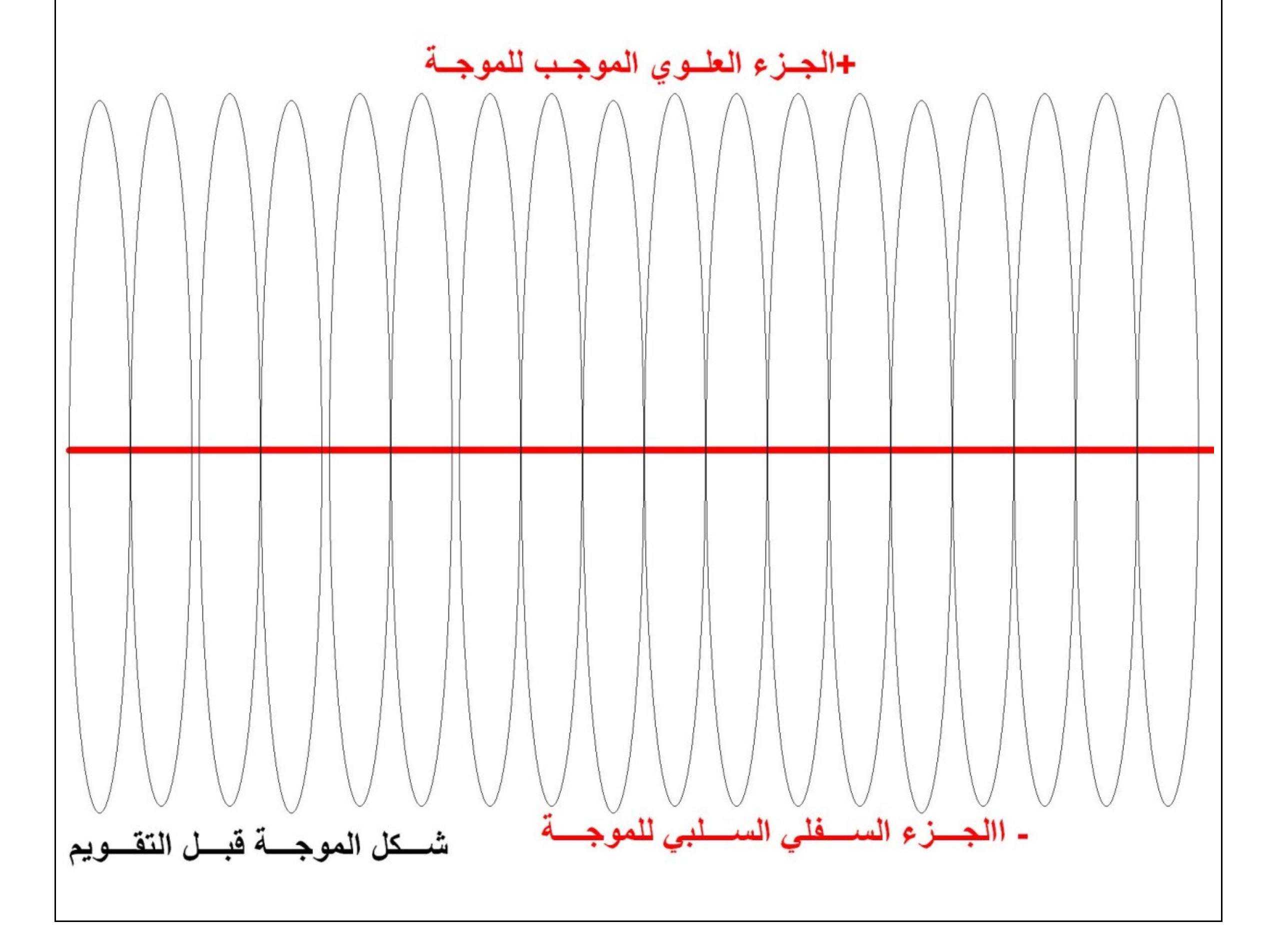
ترتفع درجة حرارة الدايودات عند قيامها بعملها و لذلك يتوجب أن تكون هنالك مروحة متصلة بمحور المنوبة لتؤمن جريان الهواء داخلها.

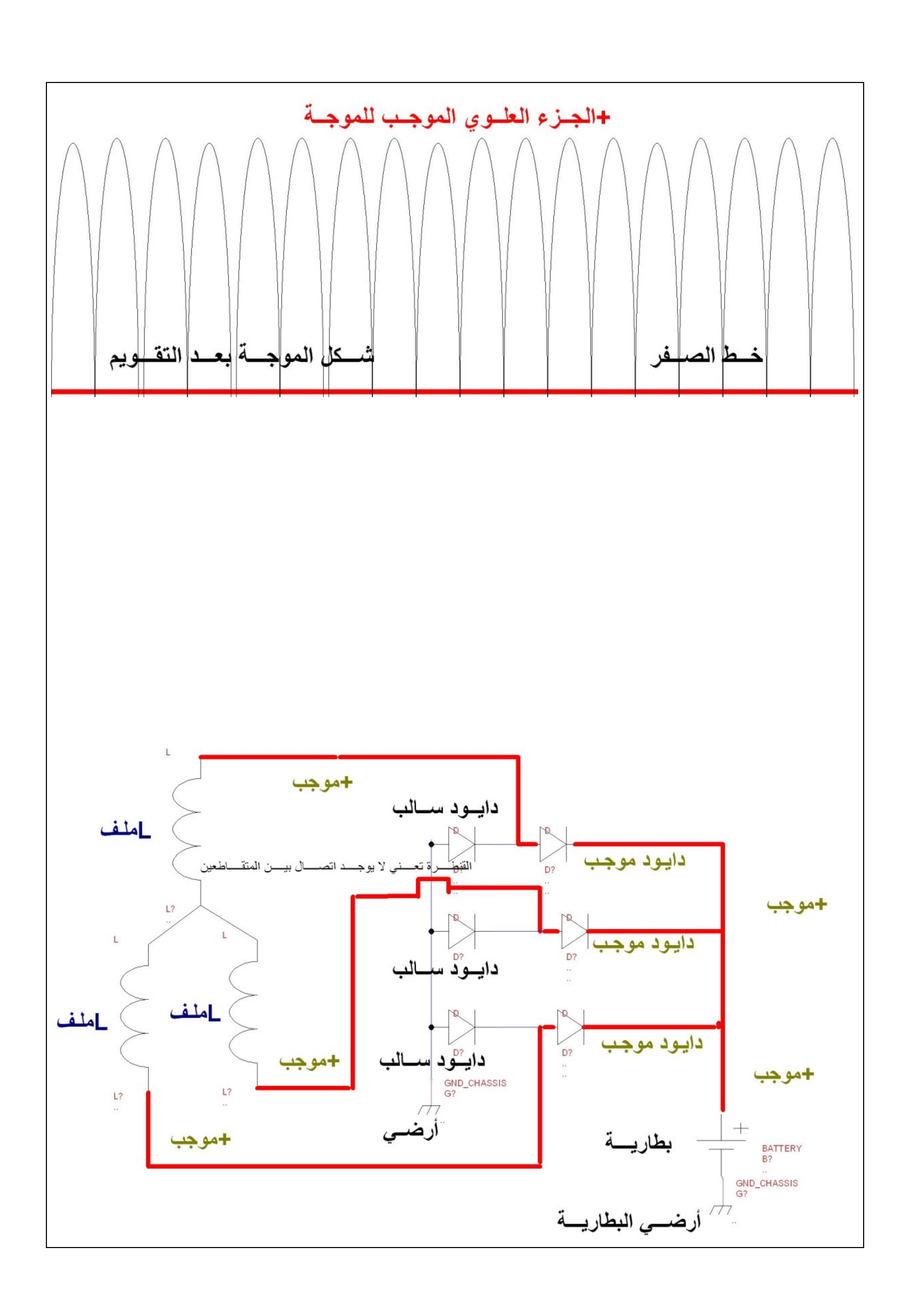
و يتوجب أن يحوي المولد على منظم جهد ليقوم بتنظيم خرج المولد ،و في الماضي كان يتم إلحاق منظم جهدٍ ميكانيكي بالمولد .

تستطيع منظمات الجهد الميكانيكية أن تقوم بالتبديل ما بين وضعي التشغيل و الإغلاق 200 مرة في الثانية الواحدة بينما تستطيع منظمات الجهد التي تعتمد في عملها على الدايودات أن تقوم بالتبديل ما بين هذين الوضعين 7000 مرة في الثانية الواحدة .

كما أن منظمات الجهد الميكانيكية تحتاج إلى إعادة ضبطها بشكلٍ دوري و كذلك فإنها قصيرة العمر و الأكثر بشاعةً من كل ذلك أن آلية عملها أشد تعقيداً بكثير من آلية عمل الدايودات.

heat sink مبدد حراري





+الجـزء العلـوي الموجـب للموجـة
شــكل الموجــة بعــد التقــويم
خــط الصــفر
+موجب
دايــود ســالب
ملف
دايــود موجـب
+موجب
دايــود موجـب
دايــود ســالب
ملف
ملف
دايــود موجـب
+موجب
دايــود ســالب
+موجب
GND_CHASSIS
+موجب
أرضــي
بطاريــة
BATTERY
GND_CHASSIS
أرضــي البطاريــة

في بعض السيارات يتم وصل مقياس الأمبير ammeter مع المنوبة(مولدة التيار المتناوب) على التوالي (التسلسل) فإذا أصيب مقياس الأمبير الموجود في السيارة بأي عطل و لم يمرر التيار الكهربائي فإن البطارية تتوقف عن الشحن لأن التيار يمر من المولدة إلى البطارية من خلال مقياس الأمبير لأنه دائماً في حال الوصل على التوالي (التسلسل) فإن أي خلل يصيب أي عنصرٍ متصلٍ على التوالي فإنه يتسبب في توقف جميع العناصر الأخرى المتصلة معه على التسلسل عن العمل.

إذا أشار المقياس المتصل ما بين المولدة و البطارية إلى جهدٍ سالب (تحت الصفر) فذلك يعني بأن التيار الذي تنتجه المولدة لا يكفي لشحن البطارية.

في السيارات الحديثة تم استبدال مقياس الأمبير المتصل على التسلسل ما بين المولدة و البطارية بضوء إشارة أو مقياس جهد.

و بخلاف مقياس الأمبير في السيارات القديمة فإن مقياس الجهد يكون ذو مقاومةٍ عاليةٍ جداً و لذلك لا يمر فيه أي تيارٍ كهربائي ،أي أنه لا يمرر أي تيارٍ كهربائي إذا تم وصله على التوالي(التسلسل) و لهذا السبب يتم وصل مقياس الجهد على التوازي مع دارة الشحن.



خدعة دارة تضيئ مصباح تحذير أو تطلق صافرة إنذار عند توقف عمل منظومة الشحن في السيارة.

عند وصل التيار الكهربائي في السيارة و تشغيلها يحصل مصباح الإشارة أو صافرة الإنذار مثلاً على تيارٍ كهربائي من بطارية السيارة فيضيء قليلاً أو تطلق صافرةٍ قصيرة ريثما يقلع محرك السيارة دليلاً على جاهزيته للعمل كضوء تحذير أو صافرة إنذار.

الآن –كيف نجعل هذا المصباح أو تلك الصافرة تتوقف تلقائياً عن العمل بعد أن يقلع محرك السيارة إذا جرت الأمور على أحسن حال أي إذا عملت دارة الشحن؟

الخدعة هنا تكمن في أننا نصل أرضي مصباح التحذير أو صافرة الإنذار إلى دارة الشحن .

عندما نصل الكهرباء تمهيداً لتشغيل السيارة لا يكون مولد السيارة في حالة عمل لأن محرك السيارة يكون متوقفاً و لذلك فإن مصباح الإشارة أو صافرة الإنذار تعمل لحظياً دليلاً على جاهزيتها للعمل ،ولكن بمجرد إدارة محرك السيارة و بدء المولد المتصل بمحرك السيارة بالدوران فإن أرضي مصباح الإشارة أو صافرة الإنذار لا يعود أرضياً.لماذا؟

لأن الجهد يبدأ بالتدفق إلى دارة الشحن و بالتالي فإن مصباح الإشارة أو صافرة الإنذار تتوقف عن العمل لأن أرضيها أو قطبها السالب المتصل مع دارة الشحن لم يعد أرضي بسبب تراكم الجهد في دارة الشحن .

و لكن عند حدوث أي خللٍ في عمل المولد و دارة الشحن فإن التيار الكهربائي ينقطع عن دارة الشحن فتعود مجدداً لتصبح أرضي لمصباح التحذير أو صافرة الإنذار و تكتمل بذلك دارة التحذير فيضيء مصباح التحذير أو تنطلق صافرة الإنذار.

مع الانتباه هنا إلى ضرورة حماية مصباح الإشارة أو صافرة التحذير بمقاومة مناسبة .

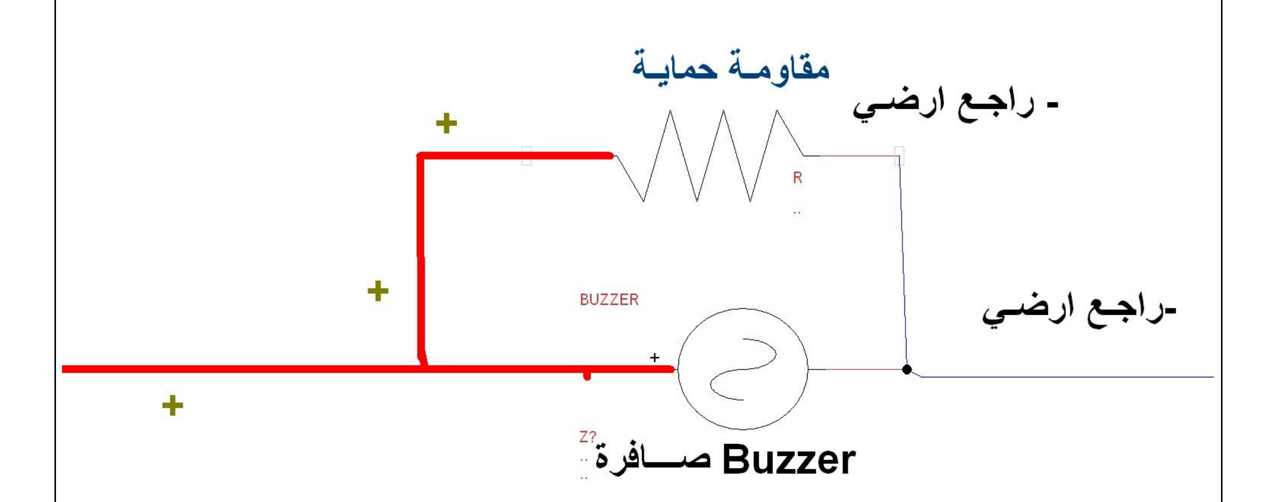
هنالك عطلٌ بسيط قد يتسبب في اختلال عملية الشحن و يتمثل في ارتخاء السير الجلدي الذي ينقل الحركة من محرك السيارة إلى المولدة.

يجب التأكد دائماً من أن سير نقل الحركة مشدودُ بقوةٍ إلى درجة أنه لا يمكن دفعه بسهولة باليد.

إذا كان من الممكن دفع السير الجلدي بسهولة بالإصبع فيجب إعادة شده إلى أن يصبح من الصعب دفعه بإصبع اليد.

يتم وصل مقاومة حماية المصباح أو مقاومة حماية صافرة الإنذار على التوازي مع ذلك المصباح أو تلك الصافرة أي أنه يتم وصل أحد قطبي المقاومة قبل أحد قطبي المصباح أو الصافرة و يتم وصل قطب المقاومة الثاني بعد القطب الثاني لذلك المصباح أو تلك الصافرة بحيث لا تسمح تلك المقاومة بمرور جهدٍ أعلى من الجهد الذي يحتمله ذلك المصباح أو تلك الصافرة.

يكون الطرف الثاني (الأرضي) لمصباح الإشارة أو صافرة التحذير متصلٌ مع منظم الجهد الخاص بالمولدة.

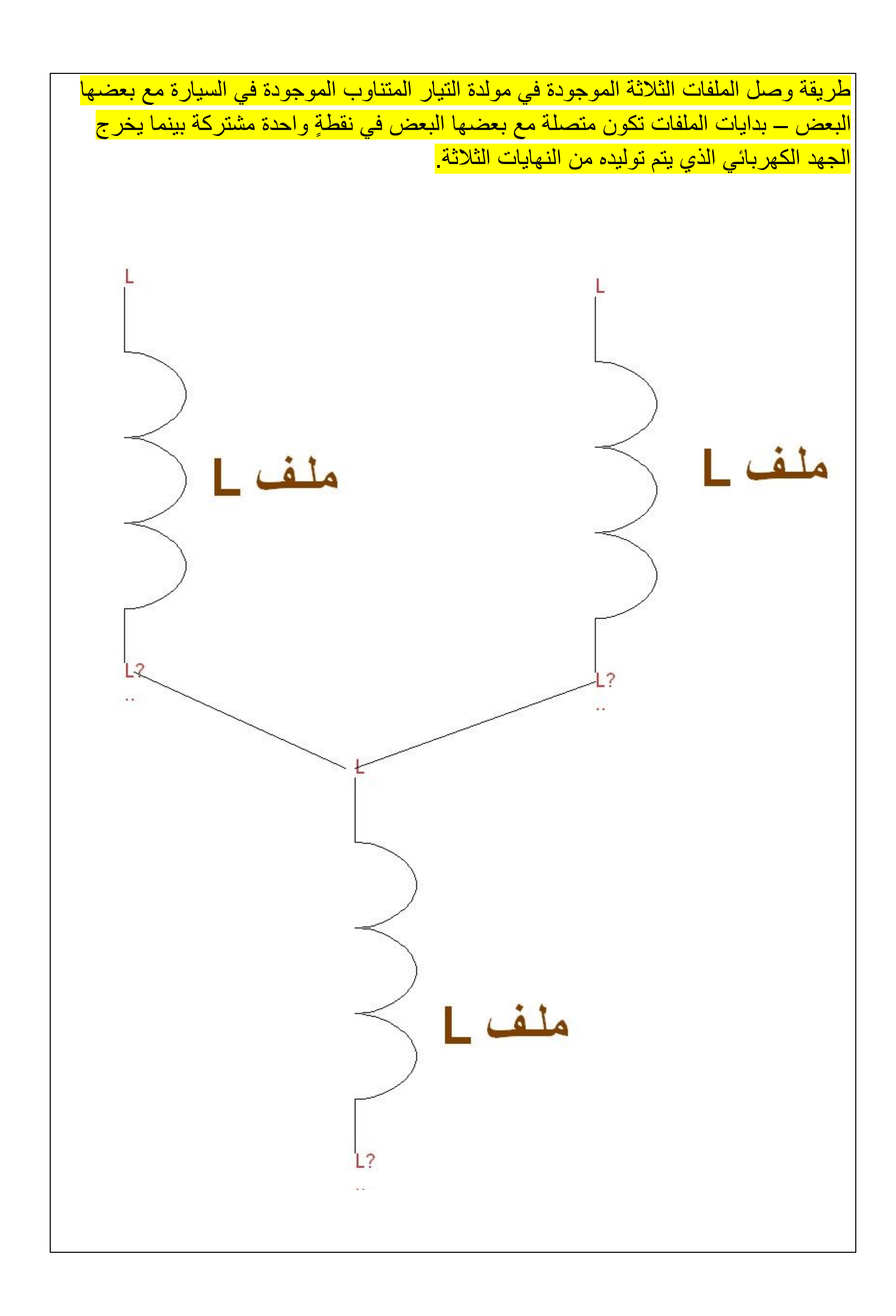


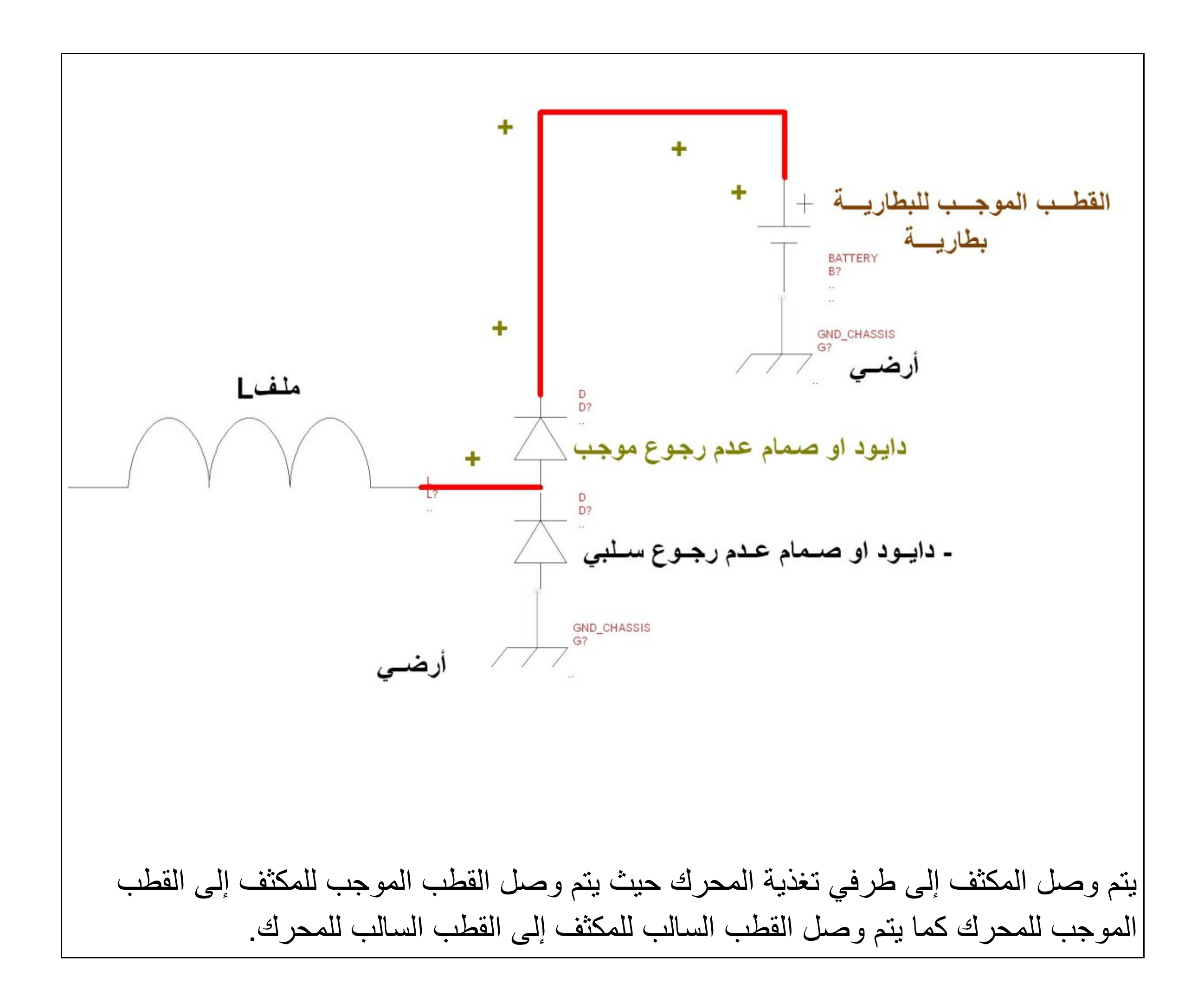
مصباح أو صافرة التحذير

و بالنسبة لدارة التقويم الموجودة في مولدة التيار المتناوب (المنوبة) الموجودة في السيارة فإنها كما ذكرت سابقاً تتألف من 6 دايودات ثلاثةٌ منها دايوداتٌ سلبية لا تمرر إلا الجهد السلبي و ثلاثةٌ منها إيجابية لا تمرر إلا الجهد الموجب .

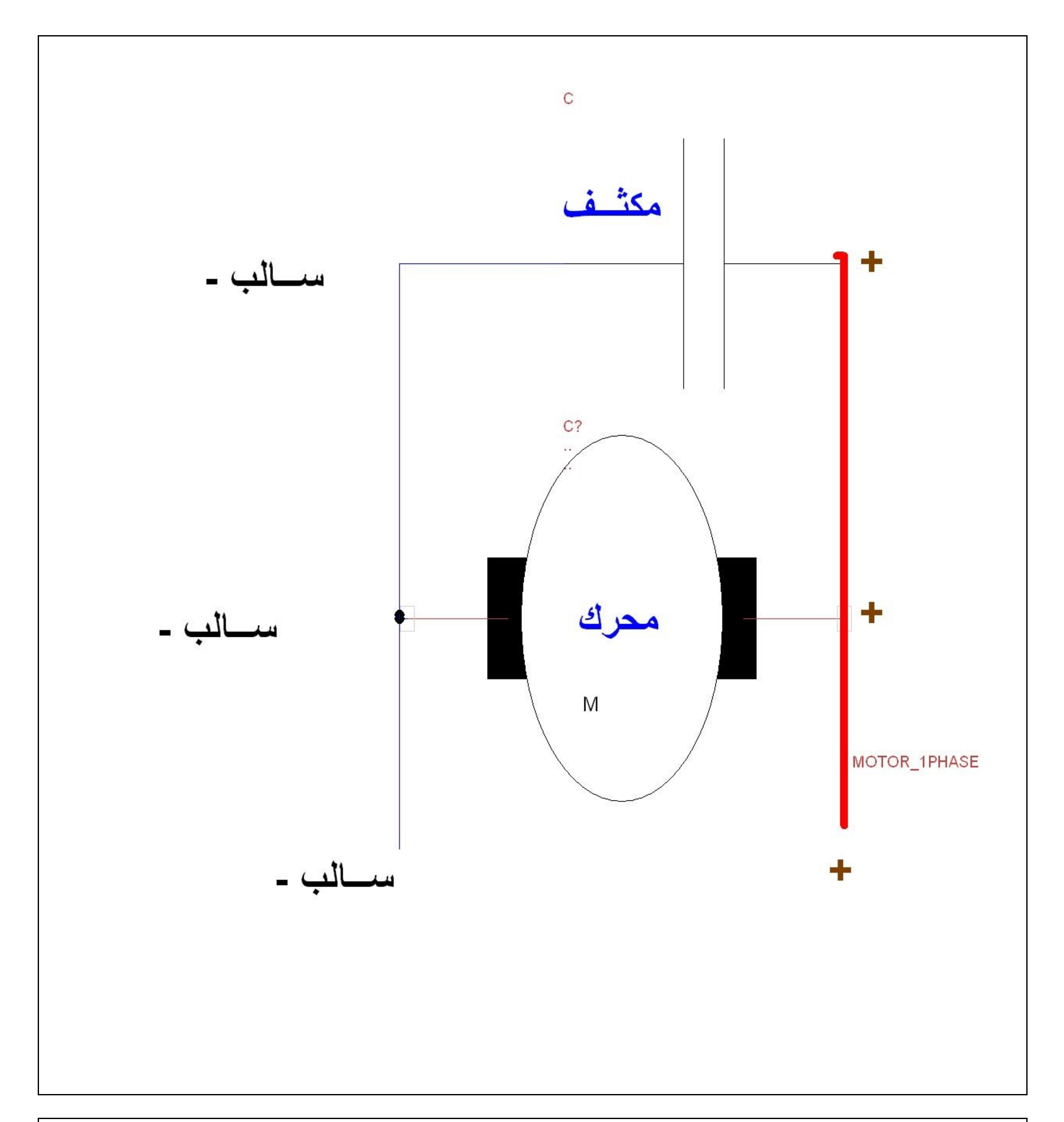
تحوي مولدة التيار المتناوب في السيارة على ثلاثة ملفات تكون بداياتها متصلة مع بعضها البعض على شكل حرف Y،أما نهاياتها أو مخارجها التي يخرج منها التيار الكهربائي فيكون كلٌ منها متصلٌ بدايودين إثنين أحدهما سلبي (لا يسمح إلا بمرور الجهد السلبي) و ثانيهما إيجابي (لا يسمح إلا بمرور الجهد الإيجابي) ، و هذين الدايودين يكونان متصلين مع بعضهما البعض على التوالي(التسلسل) أما نهاية كل ملفٍ من الملفات الثلاثة فتكون متصلةً بنقطةٍ تقع بين دايودين من الدايودات الستة.

يتوضع الدايود الموجب من جهة البطارية بحيث لا يسمح إلا للجهد الموجب بالوصول إلى البطارية ، بينما يتوضع الدايود السالب إلى جهة الأرضي بحيث لا يسمح إلا للجهد السلبي بالمرور إلى أرضي الدارة بينما يمنع الجهد الموجب من التسرب إلى أرضي الدارة.


طريقة وصل الملفات الثلاثة الموجودة في مولدة التيار المتناوب الموجودة في السيارة مع بعضها البعض – بدايات الملفات تكون متصلة مع بعضها البعض في نقطةٍ واحدة مشتركة بينما يخرج الجهد الكهربائي الذي يتم توليده من النهايات الثلاثة.
L
L
ملف L
ملف L
L?
L?
L
ملف L
L?



يتم وصل المكثف إلى طرفي تغذية المحرك حيث يتم وصل القطب الموجب للمكثف إلى القطب الموجب للمحرك كما يتم وصل القطب السالب للمكثف إلى القطب السالب للمحرك.



اختبار سحب المقلع للتيار

نضع مجس مقياس الأمبير ammeter على الكبل الموجب للبطارية.

نقوم بتشغيل كشافات السيارة الأمامية headlight.

إذا حصلنا على قراءةٍ إيجابية فذلك يعني بأن المقياس موضوعٌ بشكل خاطئ أما إذا حصلنا على قراءة سلبية فذلك يعني بأن المصباح موضوعٌ بشكلٍ صحيح.

لا ننسى أن نطفئ الكشافات الأمامية.

نقوم بتعطيل نظام حقن و إشعال الوقود حتى لا يعمل محرك السيارة عند تجربة مقلع السيارة.

في السيارات الحديثة يتم تعطيل نظام حقن و إشعال الوقود عن طريق إزالة فيوز منظومة الإشعال أو عن طريق إزالة فيوز كمبيوتر نظام الحقن و الإشعال.

في ظروف الحرارة الجوية الاعتيادية أي نحو 15 درجة مئوية فإن مقلع محرك سيارة 4 اسطوانات سليم يحتاج ما بين 50 و 125 أمبير .

يحتاج مقلع محرك سيارة 6 اسطوانات سليم ما بين 75 و 175 أمبير.

يحتاج مقلع سيارة سليم V-8 كبير ما بين 100 و 175 أمبير.

يمكن أن تحدث مشكلاتٌ في الإقلاع نتيجة ثقل محرك السيارة و ذلك نتيجة زيادة لزوجة الزيت أو نتيجة تراكم طبقة كربون في الأسطوانات أو انخفاض مستوى الزيت في المحرك.

في حال لم تكن هنالك مشكلة ميكانيكية تعيق دوران المحرك فالمشكلة تكمن إذاً في المقلع.

في حال كان دوران المقلع بطيئاً و في الوقت ذاته كانت قراءة مقياس الأمبير منخفضة –أي إذا كان سحب المقلع منخفضاً فذلك يعني بأن مقاومة دارة المقلع مرتفعة و ذلك يعود غالباً إما إلى ضعف البطارية أو إلى رداءة كابلات التوصيل.

إن المقاومة المرتفعة هي السبب الرئيسي لانخفاض شدة التيار(الأمبير) في دارة المقلع، و كما علمنا سابقاً فإن بإمكاننا تحديد مقدار المقاومة المرتفعة عن طريق إجراء اختبار هبوط الجهد voltage drop test .

يتوجب القيام باختبار هبوط الجهد بدايةً على الجزء الموجب من الدارة حيث أنه غالباً ما يكون السبب الرئيسي للمشكلة و لإجراء هذا الاختبار فإننا نقوم بالخطوات التالية:

نضبط مقياس الجهد(الآفوميتار) على وضعية قياس تيارٍ مستمر 20 فولت DC V20.

نضع مسبار المقياس الموجب(الأحمر) على قطب البطارية الموجب.

نضع مسبار المقياس السالب(الأسود) على القطب الموجب للمقلع (و هو بالطبع الطرف الذي يتلقى المقلع عليه تغذيته من البطارية.

حتى لا ننسى:

نضع مسبار المقياس الموجب(الأحمر) على مصدر الجهد الموجب (قطب البطارية الموجب)و نضع مسبار المقياس السالب على مصب أو منتهى الجهد الموجب(القطب الموجب للمقلع).

أي أننا نضع مسبار المقياس الموجب على أعلى نقطة جهدٍ موجب(البطارية) بينما نضع مسبار المقياس السالب على أدنى نقطة جهدٍ موجب في دارة المقلع (القطب الموجب للمقلع).

طبعاً بما أن محرك السيارة متوقف عن العمل فإن مولد التيار المتناوب في السيارة يكون كذلك متوقفٌ عن العمل و بالتالي فإن أعلى نقطة جهدٍ موجب في هذه الحالة تكون القطب الموجب للبطارية ، و لكن إذا دار محرك السيارة و دار معه مولد التيار المتناوب فإن قطب المولد الموجب (مخرج الجهد) سيكون هو أعلى جهدٍ موجب لأن جهده أعلى من جهد البطارية و لأنه هو مصدر الجهد بينما في تلك الحالة سيكون القطب الموجب للبطارية هو أدنى نقطة جهدٍ موجب في الدارة و سنضع عليه المسبار السالب.

بالطبع عند دوران محرك السيارة و المولد المرفق به يكون المقلع متوقفٌ عن العمل و عندها نجري اختبار هبوط الجهد ما بين المولد و البطارية .

أما عندما يكون محرك السيارة متوقفاً عن العمل هو و المولد المرفق به بالطبع وعند دوران المقلع في بداية تشغيل السيارة فإننا نجري اختبار هبوط الجهد ما بين القطب الموجب للبطارية و القطب الموجب للمقلع.

الآن نتابع الخطوات السابقة بأن نشغل مقلع محرك السيارة لبرهةٍ قصيرة.

إذا كان مقدار هبوط الجهد أقل من نصف فولت 0.5 فولت ،أي إذا كان الفرق ما بين جهد القطب الموجب للبطارية و جهد القطب الموجب للمقلع أقل من نصف فولت 0.5 فولت فإن ذلك يعني بأنه لا توجد مقاومةٌ مرتفعة في الجزء الموجب من دارة المقلع .

الآن بما أن مشكلة المقاومة المرتفعة ليست في الجزء الموجب من دارة المقلع فإننا ننتقل لإجراء اختبار هبوط الجهد على الجزء الأرضي من دارة المقلع:

نضبط مقياس الجهد(الآفوميتار) على وضعية قياس تيارٍ مستمر 20 فولت DC V20.

نضع مسبار المقياس الموجب(الأحمر) على أعلى نقطة جهدٍ سلبي و هو هيكل المقلع المعدني .

نضع مسبار المقياس السالب على أدنى نقطة أرضي (أدنى نقطة جهدٍ سلبي) و هي القطب السالب للبطارية.

نشغل مقلع محرك السيارة.

يجب أن لا يتجاوز مقدار هبوط الجهد أي الفرق بين هاتين النقطتين 0.4 فولت.

solenoid [so·le·noid || 'səʊlənɔɪd]

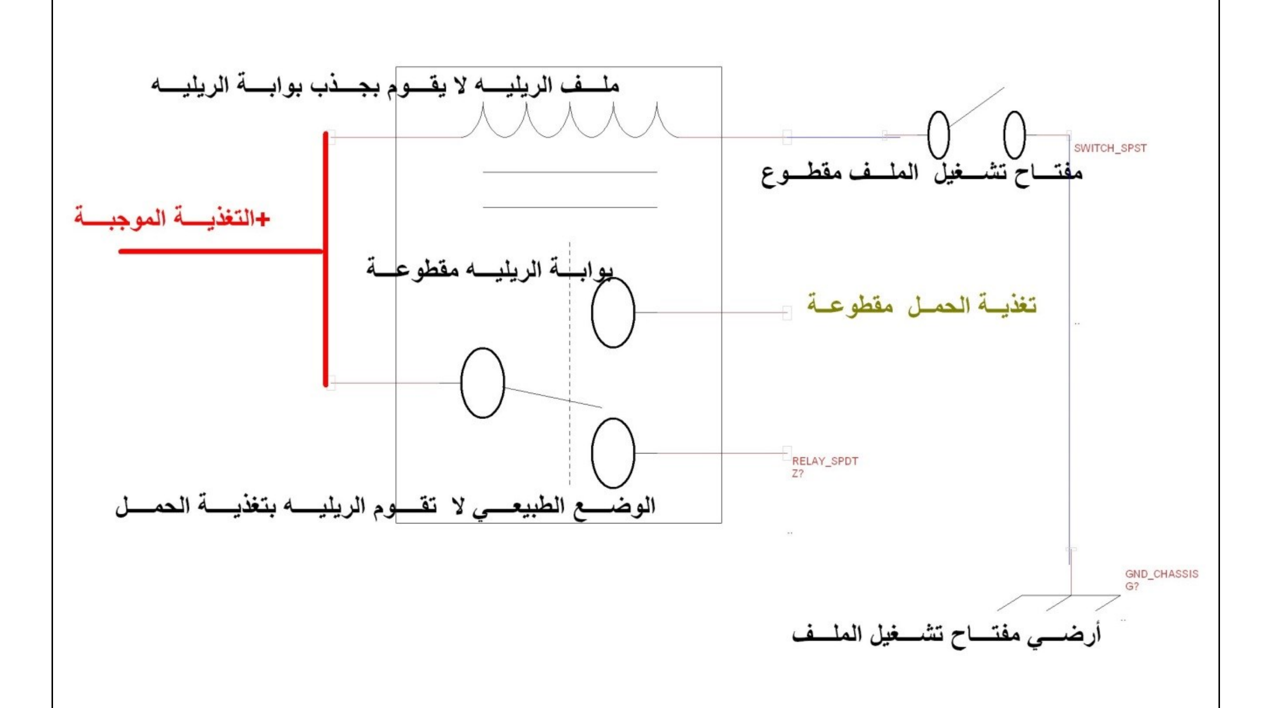
n. الملف اللولبي

المبدلة ــالريليه ــالكتاوت Relay

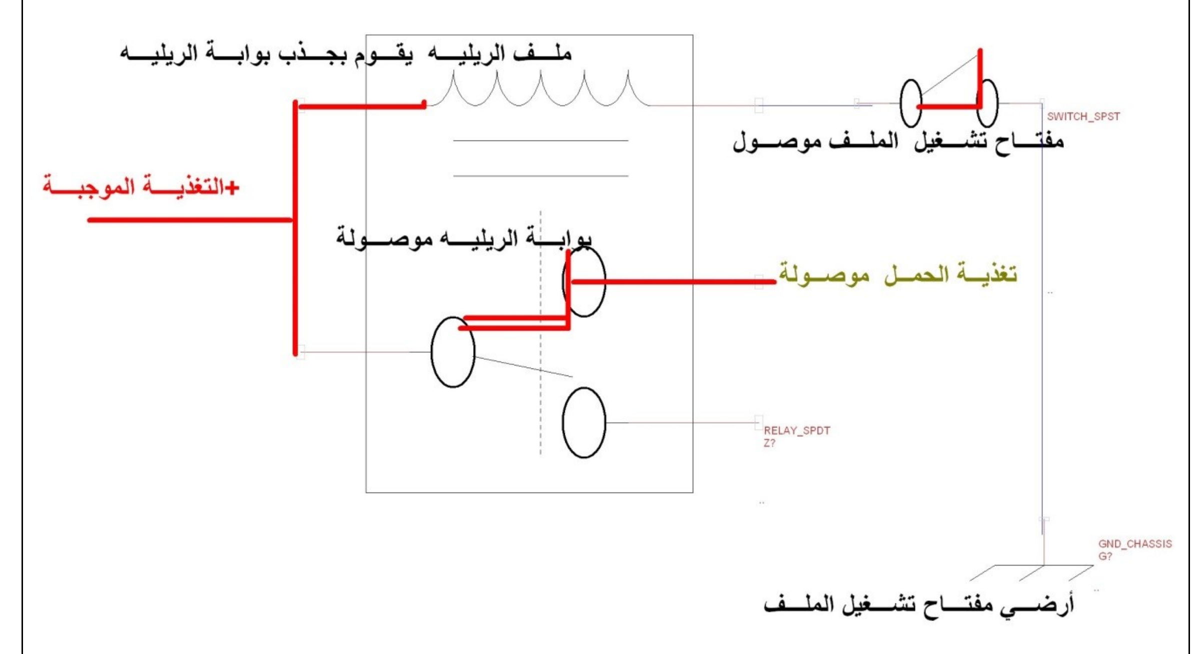
لنفترض بأنني أريد تمديد كابل ثخين ينقل تياراً كهربائياً كبيراً من مصد الجهد (البطارية أو المولد) إلى مكونٍ مستهلكٍ لمقادير كبيرة من التيار الكهربائي كمقلع السيارة أو كشافات السيارة الأمامية ، و ربما أن المسافة بين البطارية و ذلك المكون سوف تتضاعف لو أننا قمنا بإيصال ذلك الكابل إلى مفتاحٍ موجود على (التابلوه) أو لوحة تحكم السائق حتى يتحكم بتشغيل ذلك المكون كما أن التكلفة و الحجم اللازمين سوف يزدادان ،و كذلك فإن احتمال وقوع هبوطٍ و ضياعٍ في الجهد سوف يزداد كذلك كلما طال ذلك الكابل ، و من هنا برزت الحاجة إلى وجود المبدلات أي الريليهات أو الكتاوت حيث تمكننا تلك المبدلات من التحكم عن طريق سلكٍ رفيع و مفتاح مربوطٍ بذلك السلك بتدفق التيار الكهربائي إلى مكونٍ مستهلكٍ للتيار الكهربائي دونما حاجة لاستخدام كابلاتٍ ثخينة طويلة مرتفعة الثمن.

للمبدلة أو الريليه خط تغذية موجب وحيد بأتي من مصدر الجهد و يتفرع إلى فرعين اثنين يدخلات إلى المبدلة أولهما عبارة عن مفتاح يكون بشكلٍ طبيعي في حالة عدم اتصال و هو خط تغذية الحمل.

المدخل الثاني هو خط ملف الريليه الذي يكون دائماً في حالة توصيل و لكنه لا يعمل ولا يقوم بجذب مفتاح تغذية الحمل داخل المبدلة إلا إذا أكملنا الدارة و ذلك عن طريق ضغط زر التحكم الموجود على لوحة التحكم و بذلك يتم اكمال دارة ملف المبدلة بخطٍ أرضي من المدخل مما يجعل ذلك الملف يعمل و يجذب مفتاح توصيل التيار الكهربائي إلى الحمل .



إذا ضغط السائق على زر تشغيل كشافات السيارة الأمامية فإن هذا الزر يكون متصلاً بأرضي الدارة بالتالي فإنه يكمل الدارة بخطٍ أرضي فيعمل الملف في المبدلة و يجذب مفتاح التشغيل في المبدلة فتتم تغذية الحمل.

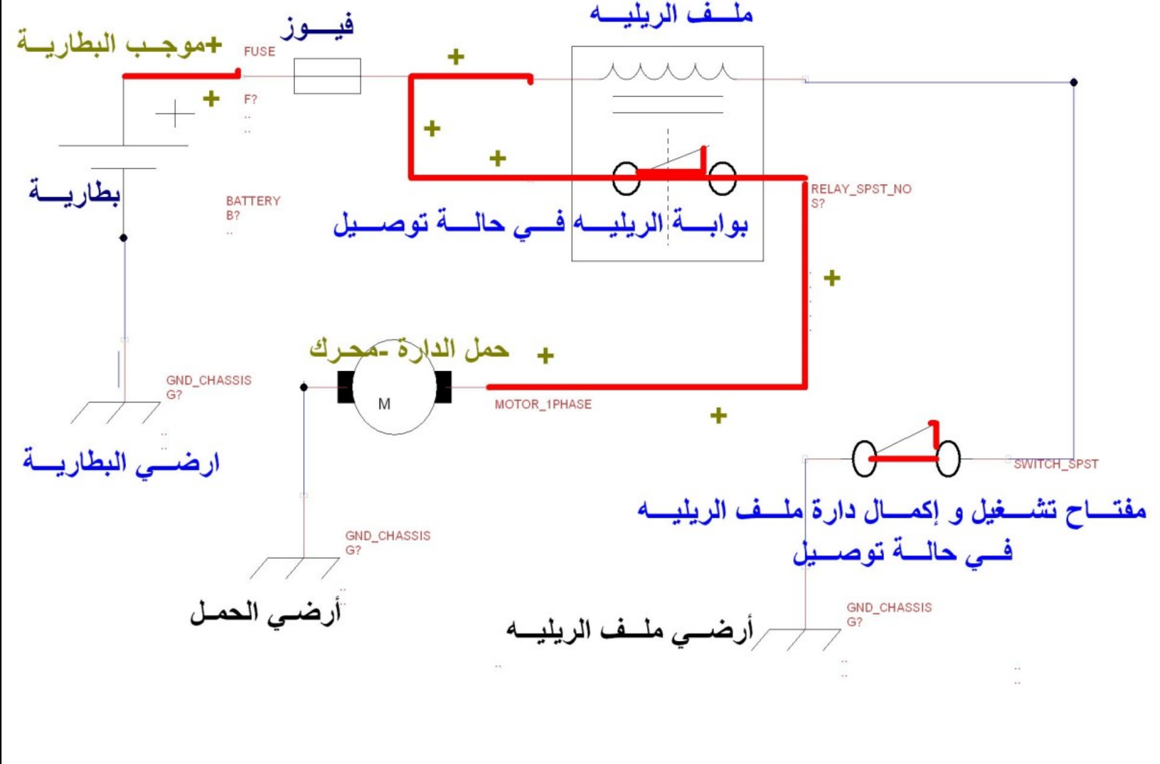


دارة المبدلة –الكتاوت (الريليه):

دارة الريليه في حالة فصل –

فيــوز
ملــف الريليــه
+موجـب البطاريــة
FUSE
F?
بطاريــة
BATTERY
B?
مفتــاح الريليــه فــي حالــة قطــع
RELAY_SPST_NO
S?
حمل الدارة -محرك
M
MOTOR_1PHASE
GND_CHASSIS
G?
ارضــي البطاريــة
SWITCH_SPST
مفتــاح تشــغيل و إكمــال دارة ملــف الريليــه
فــي حالــة قطــع
أرضــي الحمــل
أرضــي ملــف الريليــه

دارة الريليه في حالة توصيل و عمل و تغذية الحمل أو الأحمال –



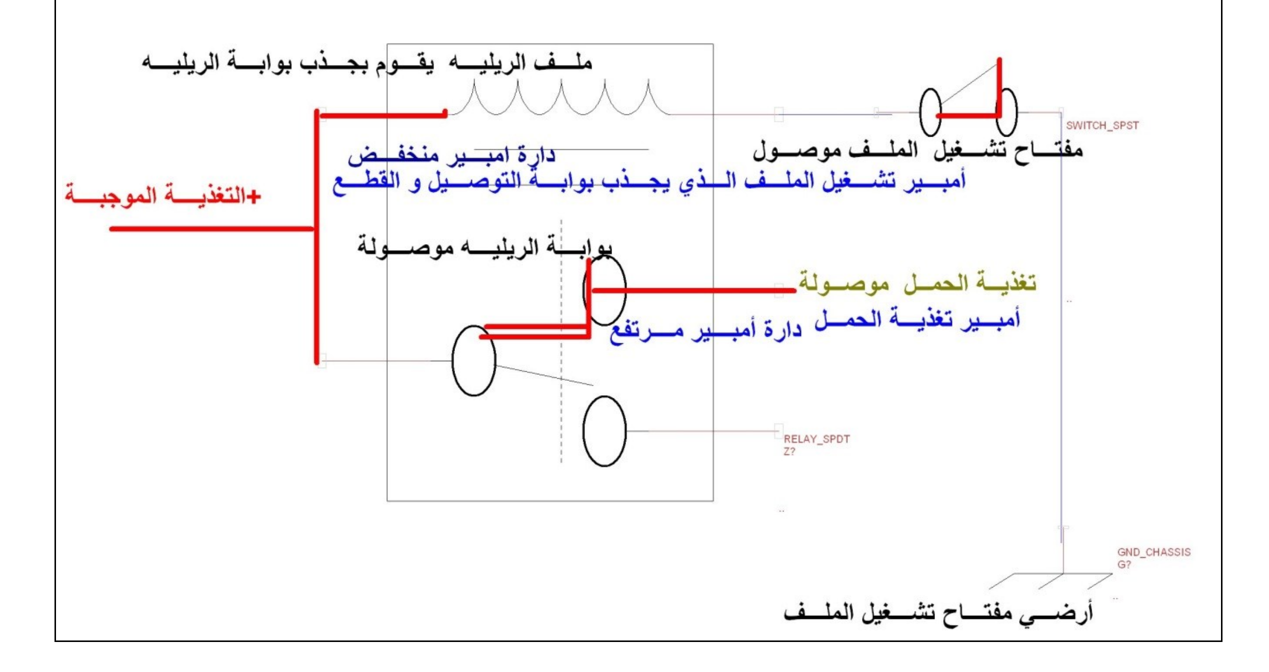
بما أن ملف التحكم ببوابة الريليه ذو شدة تيار(أمبير) منحفضة (نحو واحد أمبير) فإن زر التحكم به و الأسلاك التي تصل ما بين ملف الريليه و مفتاح التحكم بالريليه لا يتوجب فيها أن تكون ذات مقطعٍ كبير (ثخينة) .

بما أن ملف التحكم ببوابة الريليه ذو شدة تيار (أمبير) منخفضة (نحو واحد أمبير) فإن زر التحكم به و أسلاك التحكم بالريليه لا يتوجب فيها أن تكون ذات مقطعٍ كبير .

تحتوي المبدلة على دارتين اثنتين و هما :

دارة أمبير منخفض و هي تتألف من ملف تحكم و هو الملف الذي يقوم بقطع و توصيل بوابة المبدلة عندما يمر فيه التيار الكهربائي و بذلك فإنه يسمح للتيار بالخروج من بوابة المبدلة إلى الحمل.

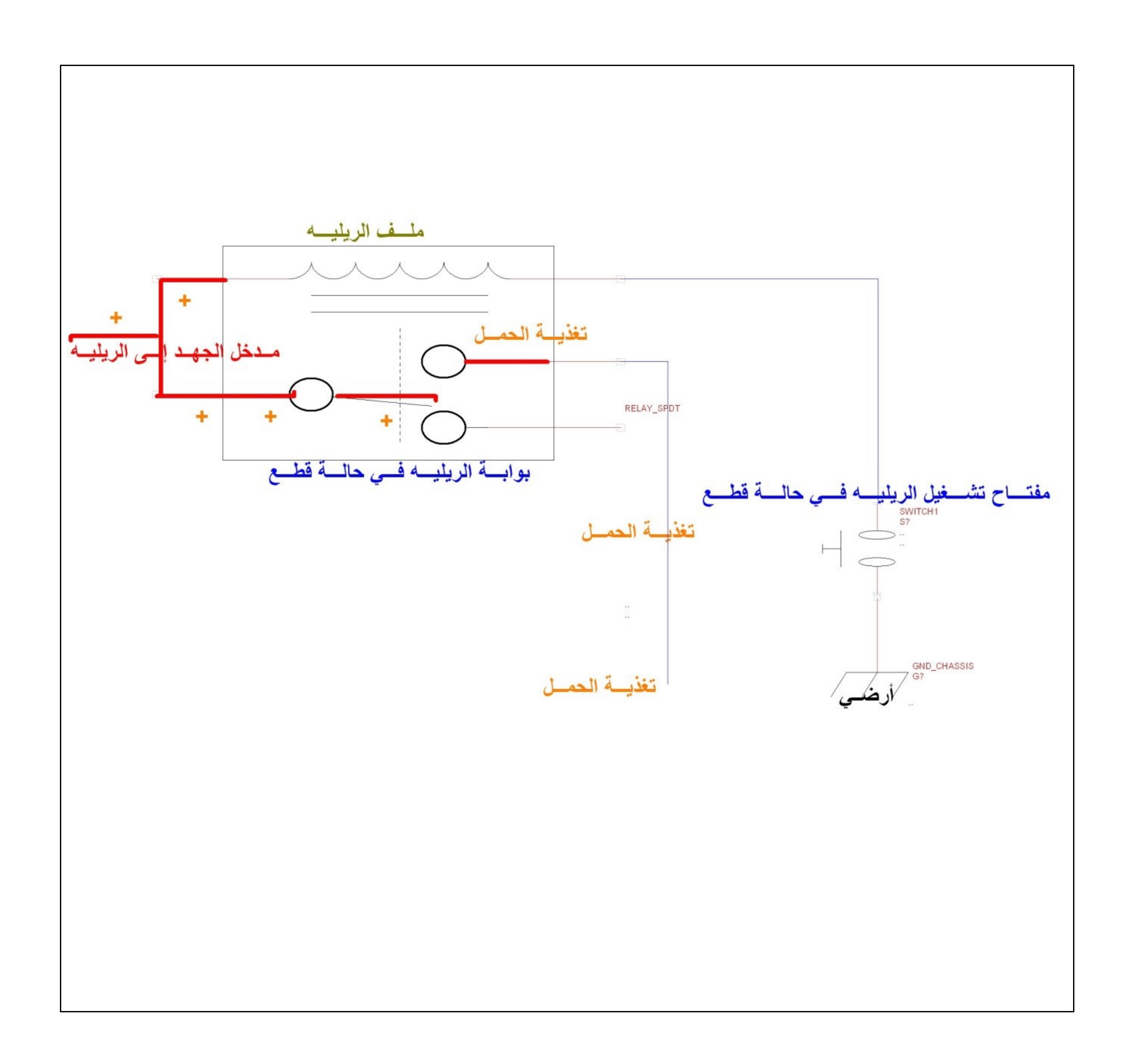
الدارة الثانية الموجودة في المبدلة هي دارة أمبيرٍ مرتفع و هي الدارة التي يمر فيها التيار من مصدر الجهد إلى الحمل عندما يتم تفعيل المبدلة .



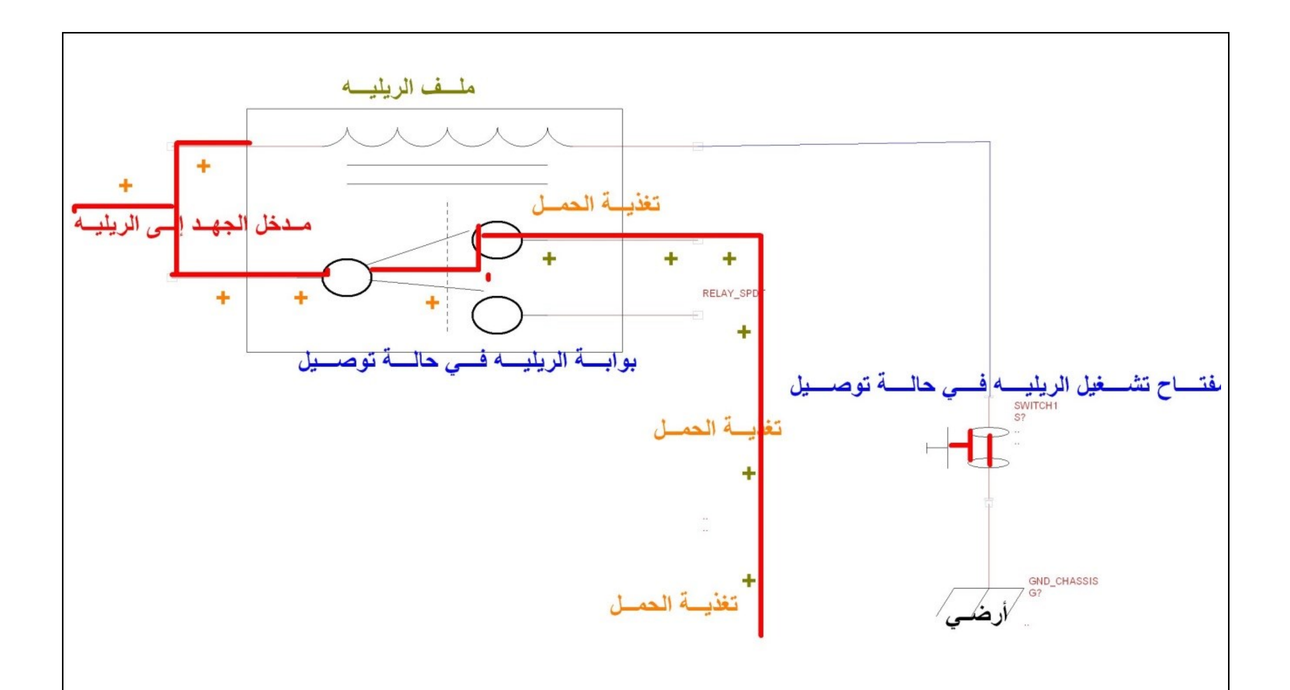
في السيارات يكون زر تفعيل الريليه الموجود على لوحة السائق متصلٌ بأرضي الدارة أي أنه عندما يضغط السائق عليه فإنه يتم تفعيل الريليه عن طريق إكمال دارة ملف التحكم الموجود ضمن الريليه حتى يقوم بوصل الدارة فيسمح بذلك للتيار بالعبور عبر بوابة الريليه .

يمكن إخراج الريليه من الدارة من خلال وصل طرفيها 1 و 3 أي عن طريق القيام بوصل كلٍ من مدخل الجهد إلى بوابتها و مخرج الجهد من بوابتها و بذلك تصبح المبدلة في وضعية توصيلٍ دائمة أي أنها تصبح بلا فائدة توصف هذه العملية بأنها عملية التفافbypass و إجراء مجرى جانبي للتيار دون أن يمر عبر المبدلة.





ملــف الريليـــه
تغذيــة الحمــل
مــدخل الجهـد إلـــى الريليـــه
RELAY_SPDT
بوابـــة الريليـــه فـــي حالـــة قطـــع
مفتـــاح تشـــغيل الريليـــه فـــي حالـــة قطـــع
SWITCH1
S?
تغذيــة الحمــل
GND_CHASSIS
G?
تغذيــة الحمــل
أرضــي



و سنتعلم بعض الحيل التي تمكننا من فهم و تحليل و تنفيذ دارات الريليهات و كيفية استخدام الريليهات في تصميم داراتٍ بسيطة تؤدي مهام معقدة.

و على سبيل المثال لا الحصر فإن بإمكاننا أن نضيف للدارة السابقة (أي دارة التحكم بالكشافات الأمامية) مبدلة أو ريليه ثانية بحيث نصلها على التوالي (التسلسل) قبل المبدلة التي تتحكم بتشغيل و إطفاء كشافات السيارة.

سيمر التيار من القطب الموجب لبطارية السيارة إلى مدخل بوابة المبدلة الذي يكون بشكلٍ طبيعي في حالة فصلٍ للتيار مالم يجذبه الملف و عندها فقط سيتدفق التيار من من بوابة المبدلة إلى المنفذ ليغذي المبدلة الثانية أي مبدلة تشغيل كشافات السيارة.

تمثل بوابة المبدلة مع مدخلها و مخرجها دارة الأمبير المرتفع .

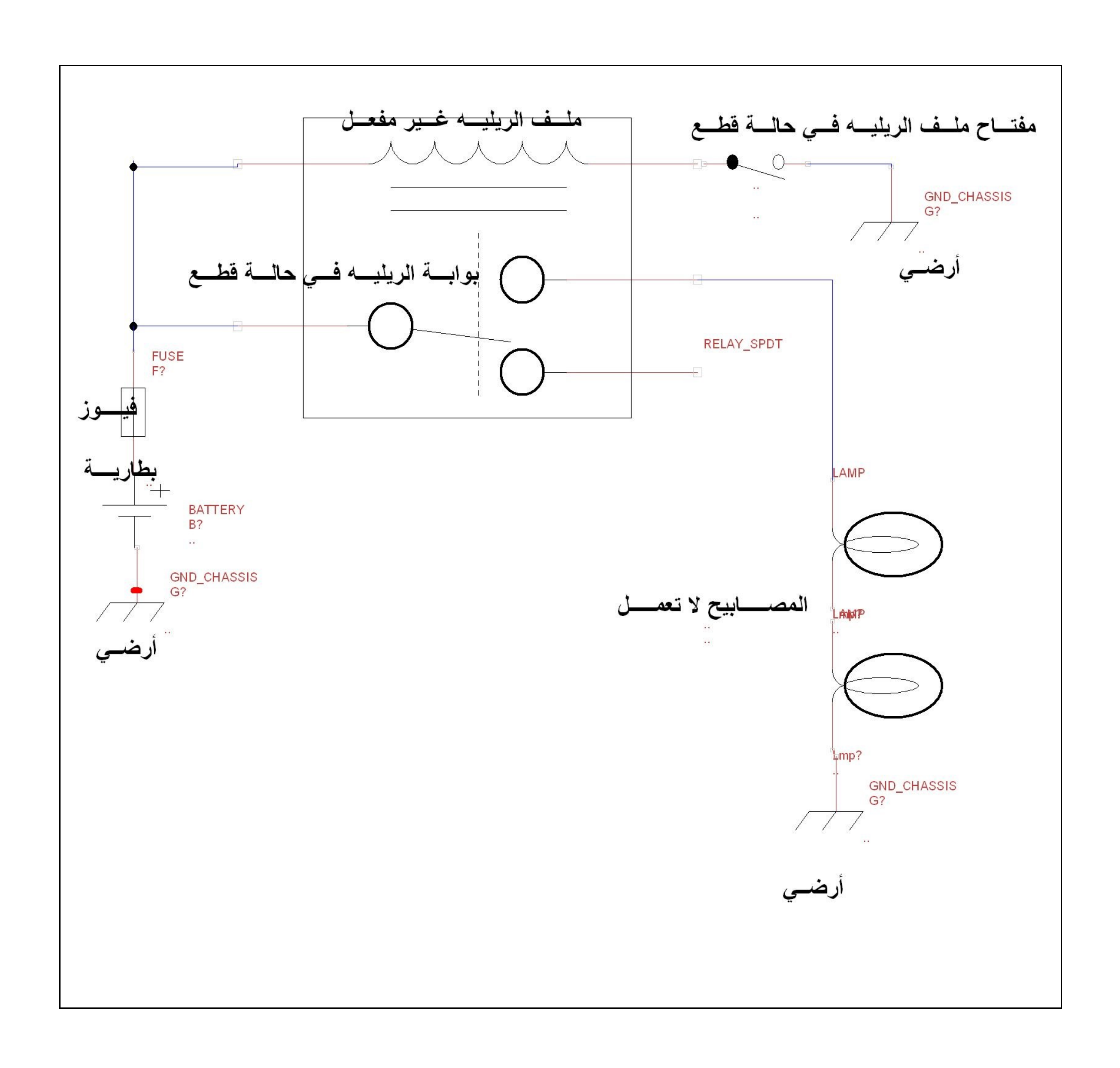
بينما يمثل الملف الذي يجذب البوابة لتمرر التيار الكهربائي مع مدخله و مخرجه دارة الأمبير المنخفض.

تستمد دارة الأمبير المنخفض أي دارة الملف تغذيتها من دارة مفتاح تشغيل السيارة : طالما أن المفتاح موجودٌ في منفذه و طالما أنه بوضعية التشغيل فإنه يقوم بتغذية ملف المبدلة الأولى ليجذب بوابة المبدلة سامحاً بذلك للتيار بالمرور إلى المبدلة الثانية التي تتحكم بتشغيل الكشافات.

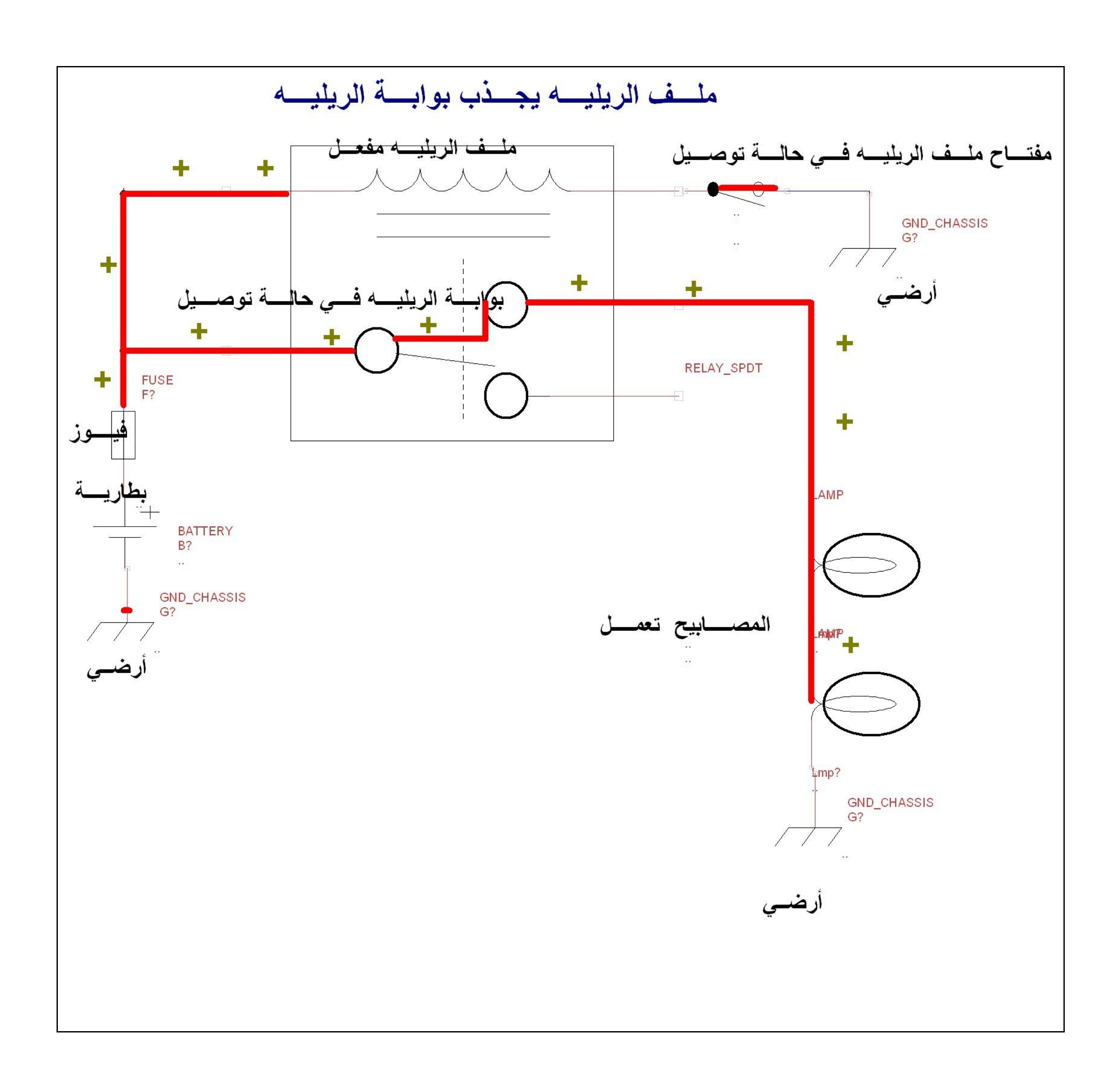
و لكن بمجرد أن يسحب السائق مفتاح السيارة من التابلوه تنقطع التغذية عن ملف المبدلة الأولى ولا يعود قادراً على جذب بوابة المبدلة فتعود البوابة إلى وضعية قطع التيار الكهربائي عن المبدلة الثانية فتنطفئ بالنتيجة كشافات السيارة .

ما هي الفائدة من هذا الأمر؟

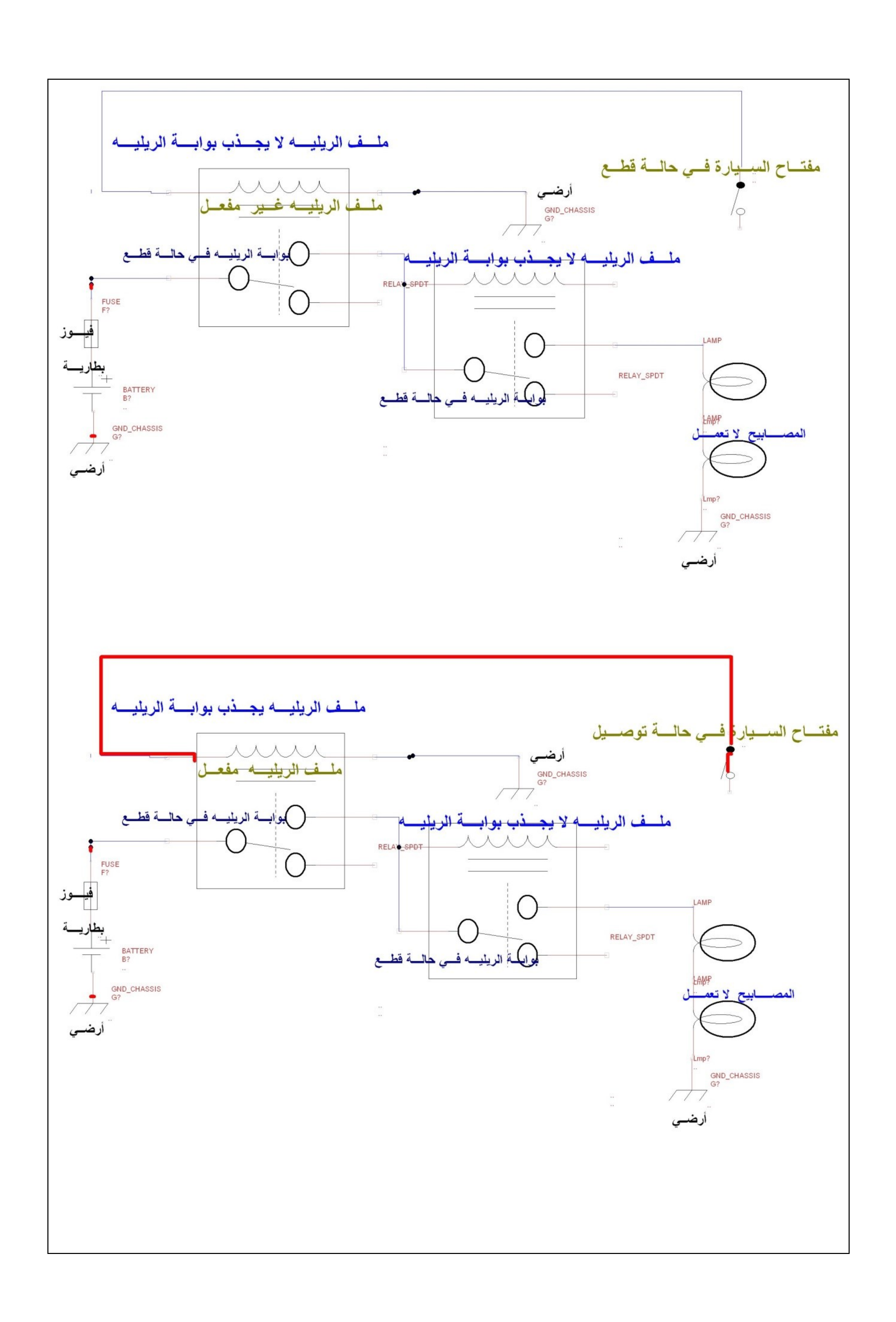
تتمثل الفائدة من ذلك أنه في حال ما إذا نسي السائق الكشافات بحالة عمل بينما السيارة متوقفة و هو خارجٌ منها فإن المبدلة الأولى التي تستمد تغذيتها من دارة مفتاح تشغيل السيارة سوف تقطع التيار الكهربائي عن المبدلة الثانية التي تستمد تغذيتها من البطارية و التي تقوم بتغذية كشافات السيارة فتنقطع التغذية عن كشافات السيارة.



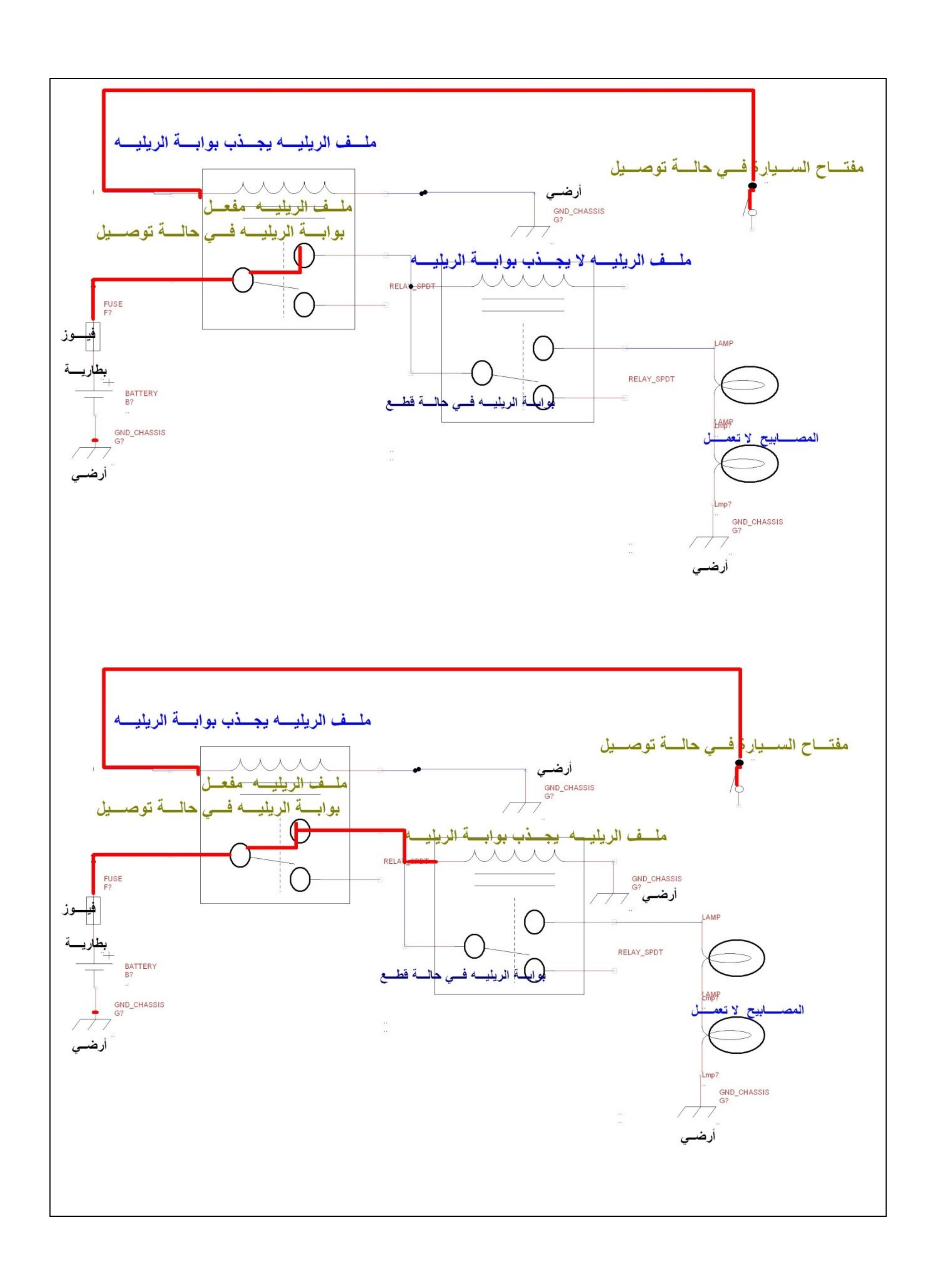
ملـــف الريليـــه غـــير مفعـــل
مفتـــاح ملـــف الريليـــه فـــي حالـــة قطـــع
GND_CHASSIS
G?
أرضـــي
بوابـــة الريليـــه فـــي حالـــة قطـــع
RELAY_SPDT
FUSE
F?
فيـــوز
بطاريـــة
BATTERY
B?
GND_CHASSIS
G?
أرضـــي
LAMP
المصـــابيح لا تعمـــل
Lmp?
GND_CHASSIS
G?
أرضـــي

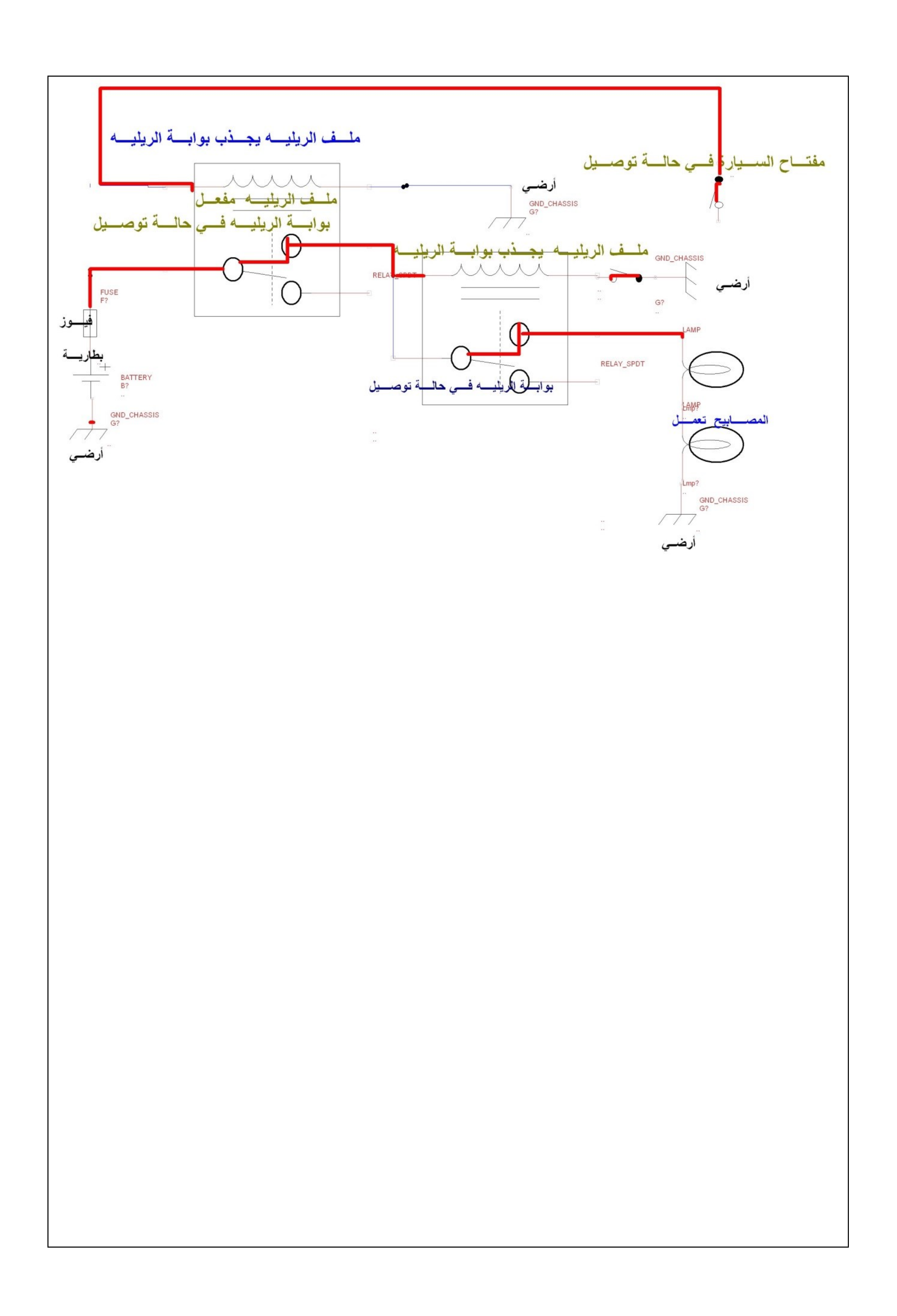


ملـــف الريليـــه يجـــذب بوابـــة الريليـــه
ملـــف الريليـــه مفعـــل
مفتـــاح ملـــف الريليـــه فـــي حالـــة توصـــيل
GND_CHASSIS
G?
أرضـــي
بوابـــة الريليـــه فـــي حالـــة توصـــيل
RELAY_SPDT
FUSE
F?
فيـــوز
بطاريـــة
BATTERY
B?
GND_CHASSIS
G?
أرضـــي
LAMP
المصـــابيح تعمـــل
Lmp?
GND_CHASSIS
G?
أرضـــي



ملــف الريليـــه لا يجــذب بوابـــة الريليــه
مفتــاح الســيارة فــي حالــة قطــع
أرضــي
ملــف الريليــه غــير مفعــل
GND_CHASSIS
بوابــة الريليــه فــي حالــة قطــع
ملــف الريليــه لا يجــذب بوابـــة الريليـــه
RELAY_SPDT
FUSE
F?
فيـــوز
بطاريـــة
BATTERY
B?
LAMP
RELAY_SPDT
بوابــة الريليــه فــي حالــة قطــع
GND_CHASSIS
المصـــابيح لا تعمـــل
Lmp?
أرضــي
ملــف الريليــه يجــذب بوابــة الريليــه
مفتــاح الســيارة فــي حالــة توصــيل
ملــف الريليــه مفعــل


ملـــف الريليـــه يجـــذب بوابـــة الريليـــه
مفتـــاح الســـيارة فـــي حالـــة توصـــيل
أرضـــي
ملـــف الريليـــه مفعـــل
بوابـــة الريليـــه فـــي حالـــة توصـــيل
ملـــف الريليـــه لا يجـــذب بوابـــة الريليـــه
GND_CHASSIS
RELAY_SPDT
FUSE
فيـــوز
بطاريـــة
BATTERY
LAMP
بوابـــة الريليـــه فـــي حالـــة قطـــع
المصـــابيح لا تعمـــل
Lmp?
أرضـــي
ملـــف الريليـــه يجـــذب بوابـــة الريليـــه
مفتـــاح الســـيارة فـــي حالـــة توصـــيل
أرضـــي
ملـــف الريليـــه مفعـــل
بوابـــة الريليـــه فـــي حالـــة توصـــيل
ملـــف الريليـــه يجـــذب بوابـــة الريليـــه
FUSE
فيـــوز
بطاريـــة
BATTERY
GND_CHASSIS
أرضـــي
RELAY_SPDT
LAMP
بوابـــة الريليـــه فـــي حالـــة قطـــع
المصـــابيح لا تعمـــل
Lmp?
أرضـــي

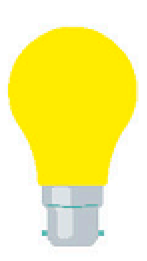


ملـــف الريليـــه يجـــذب بوابـــة الريليـــه
مفتـــاح الســـيارة فـــي حالـــة توصـــيل
أرضـــي
GND_CHASSIS
G?
ملـــف الريليـــه مفعـــل
بوابـــة الريليـــه فـــي حالـــة توصـــيل
ملـــف الريليـــه يجـــذب بوابـــة الريليـــه
GND_CHASSIS
أرضـــي
G?
FUSE
F?
فيـــوز
بطاريـــة
BATTERY
B?
GND_CHASSIS
G?
أرضـــي
LAMP
RELAY_SPDT
بوابـــة الريليـــه فـــي حالـــة توصـــيل
LAMP
Lmp?
المصـــابيح تعمـــل
Lmp?
GND_CHASSIS
G?
أرضـــي

تذكر دائماً :

تمثل الأعداد الفردية منافذ بوابة الريليه: العدد الصغير 1 يمثل مدخل البوابة بينما يمثل العدد الكبير 3 مخرج البوابة.

تمثل الأعداد الزوجية منافذ ملف الريليه الذي يجذب البوابة: العدد الصغير 2 هو مدخل الملف بينما العدد الكبير 4 يمثل مخرج الملف.



تذكر دائماً بأن كل دارة إلكترونية تتضمن 3 أشياء و هي :

مصدر تغذية (موجب) +

حمل (الذي تقوم الدارة بتغذيته بالطاقة).

عائدٌ أرضي (سالب) –

تحتوي بعض مقاييس الأمبير الرقمية على فيوز قيمته 10 أمبير و عند قياس دارة أمبيرها أعلى من 10 أمبير بذلك المقياس فإن الفيوز الموجود في ذلك المقياس يذوب حمايةً للمقياس من التلف.

عند تدوير أي محركٍ كهربائي(باليد مثلاً) فإنه يقوم بتوليد طاقةٍ كهربائية غير أن بعض المحركات تحوي داراتٍ تمنع خروج التيار الكهربائي منها.

لإجراء تجارب آمنة (نوعاً ما) على كهرباء 110 أو 220 فولت كتجارب شحن المكثفات يمكن استخدام المحركات التي تقوم بتغيير اتجاه المراوح لهذه الغاية عن طريق استخدامها كمولداتٍ .

المعني هنا هو ذلك المحرك الصغير الذي يقوم بتغيير اتجاه المروحة ة ليس المحرك الذي يقوم بتدوير شفرة المروحة.

تتألف بطارية 9 فولت من 6 خلايا قيمة كلٍ منها 1.5 فولت موصولة مع بعضها البعض على التسلسل.

تحديد قيمة المقاومة

توجد على المقاومة غالباً أربعة أشرطة ملونة و لمعرفة قيمة المقاومة فإننا نقوم بقراءتها ابتداءً من الجهة اليسرى:

يمثل كل لونٍ من الألوان رقماً معيناً.

الشريط الأول يمثل العدد الأول من قيمة المقاومة.

الشريط الثاني يمثل العدد الثاني من قيمة المقاومة.

الشريط الثالث يمثل عامل الضرب الذي يجب أن نضرب به العددين الأوليين الذين حصلنا عليهما حتى نحصل على قيمة المقاومة.

الشريط الرابع يمثل عامل السماحية أي نسبة الخطأ.

مثال:

لدينا مقاومة عليها ابتداءً من الجهة اليسرى ثلاثة أشرطة صفراء فما هي قيمتها؟

اللون الأصفر في الشريطين الأوليين يمثل العدد 4 و بما أن أول شريطين باللون الأصفر فهذا يعني بأن لدينا الرقم 44 .

الشريط الثالث لونه أصفر كذلك –الشريط الثالث يمثل عامل الضرب الذي يجب أن نضرب به الرقم الذي حصانا عليه من الشريطين الأوليين غير أن اللون الأصفر في الشريط الثالث شريط عامل الضرب لا يمثل العدد 4 و إنما فإنه يمثل الرقم عشرة فنقول:

$44×10=440kΩ$

أي أن قيمة هذه المقاومة تبلغ 440 كيلو أوم.

الخط الرابع يمثل عامل السماحية أي درجة الخطأ في المقاومة.

مثال :اللون البني يمثل نسبة خطأ في أداء المقاومة تبلغ زائد أو ناقص 1% عن قيمتها الأسمية بينما يمثل اللون الأخضر نسبة خطأ زائد أو ناقص 2% عن القيمة الإسمية.

إذاً فإن كل لون من الألوان يمثل قيمةً معينة .

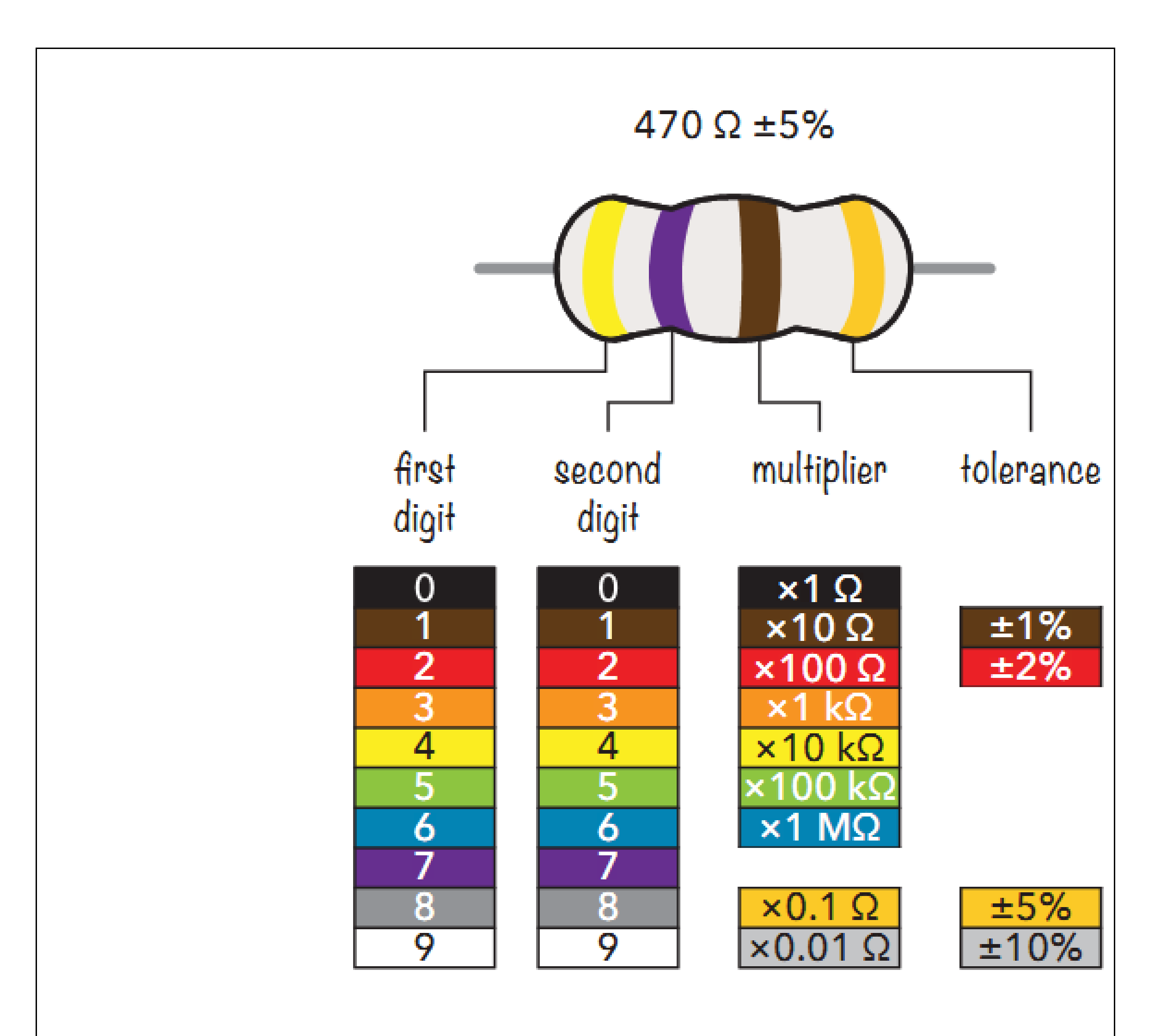
أول شريطين يمثلان القيمة الأساسية base value .

الشريط الثالث يمثل عامل الضرب الذي يجب أن نضرب القيمة الأساسية به.

الشريط الرابع يمثل مقدار السماحية أي نسبة الخطأ في أداء المقاومة بالنسبة لقيمتها الاسمية.

إذا حوت المقاومة على خمسة أشرطة بدلاً من أربعة فإن أول ثلاثة أشرطة تمثل رقم القيمة الأساسية بينما يمثل الشريط الرابع عامل الضرب الذي يجب أن نضرب القيمة الأساسية به.

تقاس قيمة المقاومة بوحدة الكيلو أوم KΩ.



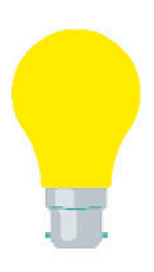
بعد حساب قيمة المقاومة لابد من أخذ عامل السماحية بعين الاعتبار لأنها تمثل نسبةً مئوية أعلى أو أدنى بقدرٍ ما من القيمة الإسمية للمقاومة.

و بعد أخذ عامل السماحية بعين الاعتبار فإننا نحصل على قيمة المقاومة الحقيقية .

تصنع المقاومات عادةً من عنصر الكربون المغلف بمادةٍ عازلة.

يمكن للمقاومة أن تؤثر على قيمة كلٍ من الجهد(الفولت) و التيار(الأمبير) في الدارة.

قانون أوم Ω



V=I×R

الجهد (بالفولت) =التيار(بالأمبير) ×المقاومة(بالأوم Ω)

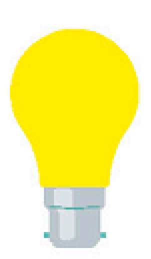
و يمكن التعبير عن قانون أوم بالشكلين التاليين:

$R=\frac{V}{I}$

$I=\frac{V}{R}$

المقاومة تساوي الجهد (بالفولت) مقسوماً على التيار(بالأمبير).

التيار(بالأمبير) يساوي الجهد(بالفولت) مقسوماً على المقاومة (بالأوم Ω).



حتى لا ننسى

نفترض بأن :

V=A

I=B

R=C

فإذا كان :

$A=B\times C$

فإن :

$C=\frac{A}{B}$

$B=\frac{A}{C}$

نفترض بأن :

$A=6$

$B=2$

$C=3$

$A=B\times C$

$6=2\times 3$

$C=\frac{A}{B}$

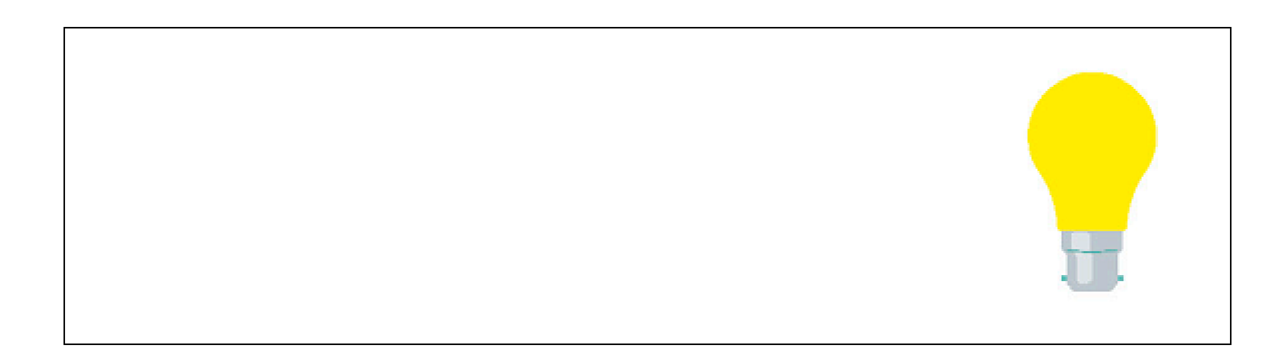
$3=\frac{6}{2}$

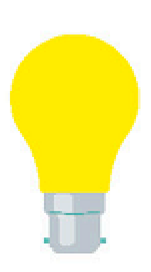
$B=\frac{A}{C}$

$2=\frac{6}{3}$

إذاً فإن طريقتي صياغة قانون أوم السابقتين صحيحة.

حتى لا تنسى طريقتي صياغة قانون أوم الأخريين افترض دائماً بأن الجهد=6 و أن التيار=2 و المقاومة=3





مثال عن كيفية استخدام قانون أوم

إذا أردنا الحصول على تيارٍ مقداره نصف أمبير 0.5A من بطارية جهدها 12 فولت فما هي قيمة المقاومة التي تلزمنا؟

نطبق قانون أوم فنقول:

المقاومة(بالأوم Ω) تساوي الجهد(بالفولت) تقسيم الأمبير.

الجهد معلوم و هو جهد البطارية أي 12 فولت.

التيار(الأمبير) المراد معلوم و هو نصف أمبير 0.5

21÷0.5=24Ω

أي أن المقاومة المطلوبة للحصول على نصف أمبير من بطارية جهدها 12 فولت تبلغ قيمتها 24 أومΩ.

LED

بما أن الليد عنصرٌ شديد الحساسية لزيادة الجهد أو الأمبير فإننا أينما نجد ليد ضوئي فإننا نجد مقاومةً متصلة معه على التوالي(التسلسل) ذلك أن الليد عنصرٌ حساس جداً لارتفاع الجهد أو ارتفاع التيار.

إذا مر تيارٌ كبير في الليد فإنه يتلف.

الليد عنصرٌ مستقطب أي أن له قطبٌ موجب و قطبٌ سالب: الرجل الطويلة لليد هي القطب الموجب anode بينما الرجل القصيرة لليد هي القطب السالب **cathode .**

في حال كانت رجلي الليد بالطول ذاته فإن الرجل التي توجد على سطحه المستوي أو المنبسط هي طرفه السالب.

Milli=one thousands.

1 mA=0.001

1.000mA=1A

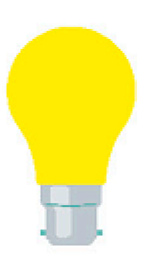
0.1A=100Ma

دائماً يجب أن يتم وصل مقاومة على التوالي(التسلسل) مع الليد في الدارة.

يحتاج الليد غالباً إلى جهدٍ قدره 2 فولت و يحتاج إلى تيارٍ مقدارة 20mA

(20 ميلي أمبير) تقريباً.

إذاً لمعرفة قيمة المقاومة التي يتوجب استخدامها بالتوالي (على التسلسل) مع الليد يتوجب علينا أن نضع القيم السابقة مع جهد مصدر التغذية في المعادلة التالية:



$$R=\frac{V\ bat-V\ led}{I\ \ led}$$

قيمة المقاومة المطلوبة= $\frac{\text{جهد البطارية}-\text{جهد الليد}}{\text{أمبير الليد}}$

قيمة المقاومة المطلوبة تساوي (جهد البطارية ناقص جهد الليد) تقسيم أمبير الليد.

قيمة المقاومة التي يتوجب وصلها على التوالي(التسلسل) مع الليد مجهولة(؟)

جهد البطارية ليكن مثلاً 12 فولت.

جهد الليد 2 فولت.

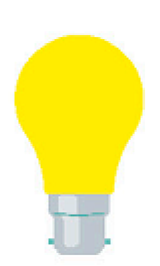
شدة تيار الليد 20 ميلي أمبير.

$$R=\frac{12-2}{0.02}$$

12-2=10

10÷0.02=500Ω

إذاً فإن المقاومة المطلوبة تبلغ 500 أوم.



تنبيه:

تتعامل المعادلة السابقة مع الجهد بوحدة الفولت و تتعامل مع التيار بوحدة الأمبير A و ليس بالميلي أمبير mAو لذلك فإننا لا نكتب 20mA (ميلي أمبير) و إلا فإننا سوف نحصل على نتيجةٍ خاطئة و إنما فإننا نكتب 20 ميلي أمبير بصيغتها العشرية بهذه الصورة 0.02 أي 20 بالألف من الأمبير.

لأننا إذا كتبنا 20 فإن المعادلة السابقة سوف تتعامل مع هذه العشرين ليس على أنها 20 ميلي أمبير و إنما فإنها ستتعامل معها على أنها 20 أمبير.

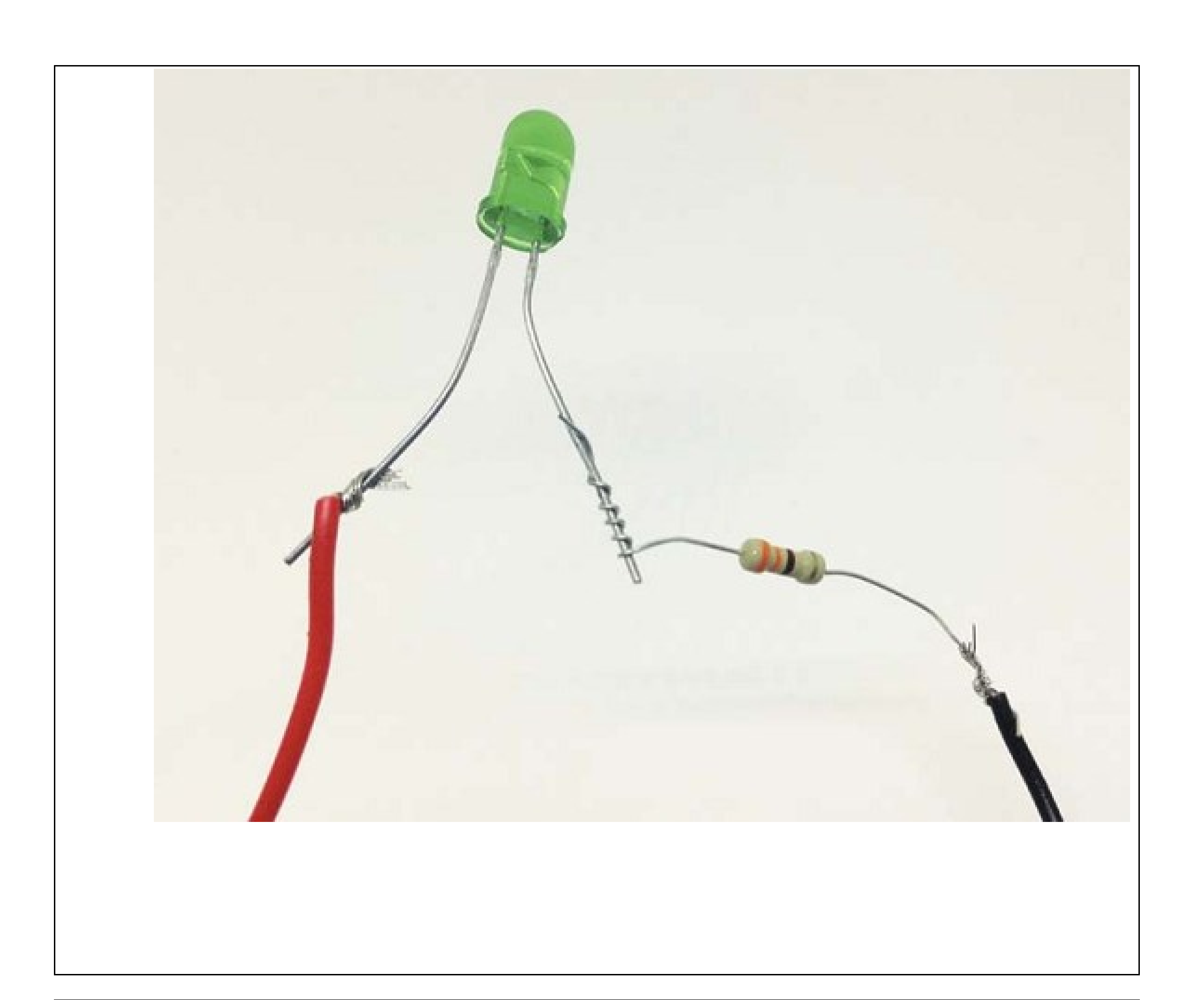
$$R=\frac{12V-2V}{20mA}$$

$$R=\frac{12V-2V}{0.02A}$$

ناتج المعادلة السابقة يجب أن يكون بوحدة الأوم Ω لا مضاعفاتها ولا أجزائها.

يمكن استخدام مقاومةٍ ذات قيمةٍ أدنى أو أعلى قليلاً من القيمة المطلوبة في حال أننا لم نجد مقاومةً تطابق قيمتها تماماً القيمة المطلوبة.

تستخدم المعادلة السابقة مع جميع العناصر و المكونات و ليس الليدات فقط.



المكثف(المتسعة)

بما أن المكثف بقوم بتخزين الطاقة الكهربائية للحظات و من ثم فإنه يقوم بتفريغها بعد ذلك فإنه يستخدم في الدارة لتأمين الطاقة الكهربائية بشكلٍ مؤقتٍ لحظي عند انقطاعها ،أي أنه يملأ الفجوات التي ينقطع فيها التيار الكهربائي و لذلك فإنه يستخدم كمكونٍ رئيسي عند تحويل التيار المتناوب إلى تيارٍ مستمر حيث أنه يملأ الفجوات و الانقطاعات في التيار المتناوب محولاً إياه إلى تيارٍ مستمر.

آلية عمل المكثف:

بتألف المكثف من صفيحتين أو رقاقتين معدنيتين موصلتين للتيار الكهربائي بينهما مادةٌ عازلة – تكون هاتين الصفيحتين معزولتين تماماً عن بعضهما البعض و تكون كل صفيحة متصلة بإحدى قطبي المكثف.

عندما نصل المكثف إلى مصدر طاقة كالبطارية مثلاً فإنها تدفع بالإلكترونات إلى داخل المكثف لتتجمع في إحدى الصفيحتين دون أن تتمكن من عبور الطبقة العازلة أو الفجوة باتجاه الصفيحة الأخرى، و بعد برهةٍ من الزمن يصل المكثف إلى مرحلة الشحن الكامل فتتوقف عملية الشحن ،غير أن الإلكترونات و كما هي الحال في البطارية لا تحب أن تتجمع مع بعضها البعض في صفيحةٍ أو رقاقةٍ واحدة ،أي أن المكثف بعد تمام شحنه تصبح فيه طاقةٌ كامنة هي عبارة عن إلكترونات تتوق للعبور إلى الصفيحة الثانية لأن الإلكترونات تتحرك دائماً من الطرف ذو الإلكترونات الأكثر إلى الطرف ذو الإلكترونات الأقل.

و بعد أن نفصل المكثف عن البطارية و عندما نقوم بقصر قطبي المكثف مع بعضهما البعض عن طريق لمسهما معاً بالجزء المعدني للمفك في الوقت ذاته أو عندما نضع مقاومة بين طرفي المكثف فإن الإلكترونات المختزنة في إحدى صفيحتي المكثغ تتدفق إلى الصفيحة الأخرى القليلة الإلكترونات .

المكثف القطبي Polarized capacitor هو الكثف الذي يكون له قطبٌ موجب و قطبٌ سالب ولا يجوز أن يتم تركيبه إلا بمراعاة القطبية.

رجلي المكثف القطبي غالباً لا تكونان بالطول ذاته كما توضع شارةٌ غالباً عن قطبه السالب.

المكثف الغير قطبي Nonpolarized capacitor:

المكثف اللاقطبي يكون مثل المقاومة حيث يمكن تركيبه بأي وضعٍ من الأوضاع دون مراعاة القطبية.

رجلي المكثف اللاقطبي تكونان بالطول ذاته.

المكثف القطبي هو مكثفٌ له رجلٌ موجبة و رجلٌ سالبة و عند وصله بأي مكونٍ آخر قطبي فيجب أن نصل الأقطاب الموجبة مع بعضها البعض و الأقطاب السلبية مع بعضها البعض.

أما المكثف الغير قطبي فيمكن أن يصبح أي قطبٍ فيه قطبٌ موجب كما يمكن لأيٍ من قطبيه أن يصبح قطباً سالباً.

تقاس سعة المكثف بوحدة الفاراد FARAD –كلما كانت سعة المكثف أكبر كانت مقدرته على تخزين الشحنة الكهربائية أكبر .

لا تكون المكثفات الغير قطبية ذات سعةٍ كبيرة و ذلك بخلاف المكثفات القطبية التي تتميز بسعة تخزينٍ كبيرة مقارنة بالمكثفات الغير قطبية ،غير أنه يتوجب تركيب المكثف القطبي بالصورة الصحيحة و إلا فإنه قد يتلف أو أنه لن يعمل.

هنالك مكثفاتٌ فائقة تقاس سعتها بوحدة الفاراد و ليس بأحد أجزائها غير أن المكثفات الشائعة اليوم هي مكثفاتٌ ذات سعةٍ محدودة حيث تقاس سعتها بأجزاء متناهية الصغر من الفاراد مثل:

المايكروفاراد Micro farad µ و هو جزءٌ من المليون من الفاراد.

Mollionth $1000{,}000\mu$ =1F

مليون مايكروفاراد تساوي واحد فاراد.

النانو فاراد :

N (nano)billionth 1000,000,000 nF=1F

كل مليار نانو فاراد تساوي واحد فاراد.

النانو فاراد جزء من الف مليون جزء (أي جزء من مليار جزء من المليار)

البيكوفاراد:

P(Pico)trillionth 1000,000,000.000 PF

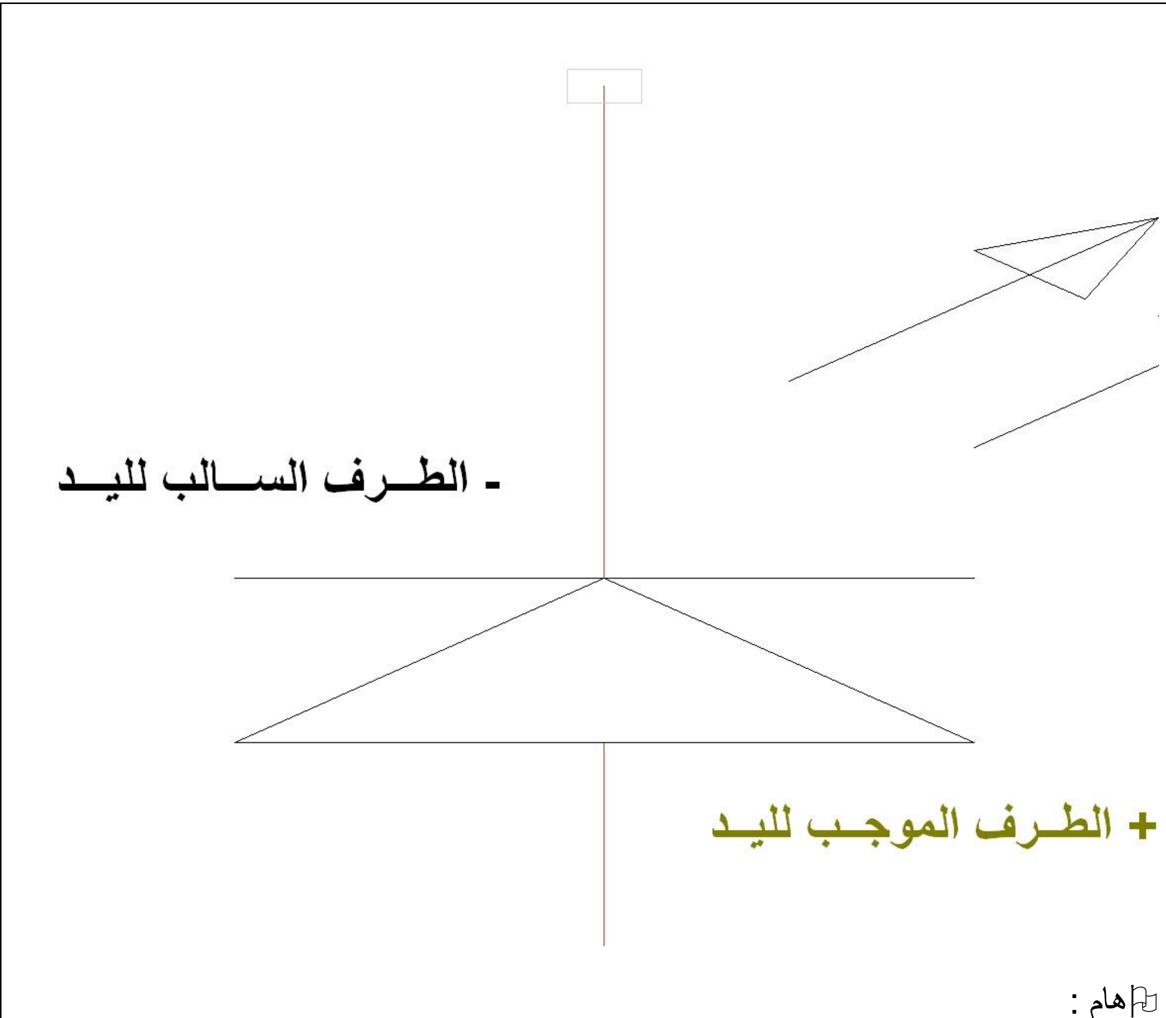
البيكوفاراد جزء من الترليون من الفاراد.

تكون سعة المكثفات القطبية أعلى بكثير من سعة المكثفات الغير قطبية.

إذا أضفنا مكثفاً قيمتهF 1000Fµ الف مايكروفاراد إلى الدارة السابقة (دارة المقاومة و الليد) فإننا سنلاحظ بأن الليد سوف يبقى مضيئاً لعدة ثواني بعد قطع التيار الكهربائي من البطارية عن الدارة و ذلك اعتماداً على ما اختزنه المكثف من شحنة كهربائية.

توضع على المكثفات القطبية شارةٌ تشير إلى قطبها السالب مثل شارة السالب أو خطٌ طولي يمتد من أعلى المكثف إلى أدناه عند القطب السالب للمكثف .

لا تنسى أن تصل القطب الموجب للمكثف بالقطب الموجب للبطارية و القطب السالب للمكثف بالقطب السالب للبطارية:



هام :

في حال ما إذا كان رمز البطارية على المخطط دون شارة موجب أو شارة سالب أي في حال لم يتم بيان قطبي البطارية فإن قطب البطارية الموجب هو القطب ذو الخط الأكثر طولاً أما قطب البطارية السالب فهو القطب ذو الخط الأقصر.

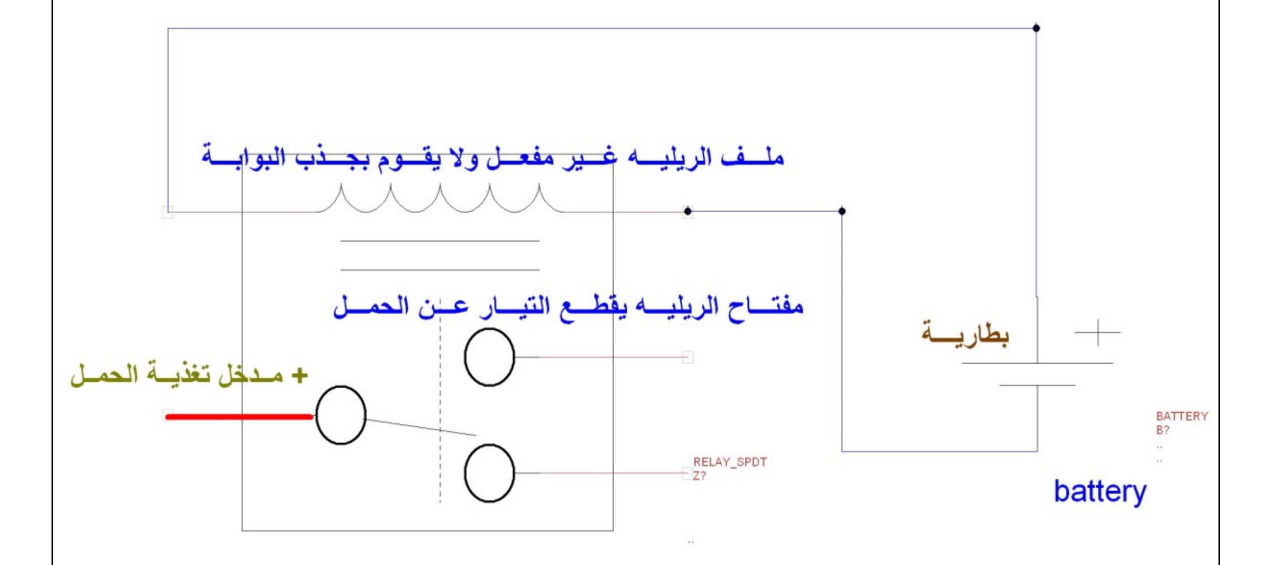
في رمز الدايود يشير الخط الموجود في قمة المثلث إلى طرف الدايود السالب Cathode –هذه المعلومة شديدة الخطورة لأنها تمكننا من معرفة اتجاه سير الجهد في الدارة.

يكون قطب الليد الموجب هو القطب المتصل بالمقاومة أي أن المقاومة توضع عادةً ما بين قطب الليد الموجب و موجب البطارية.

في رمز الدايود يشير الخط الموجود في قمة المثلث إلى طرف الدايود السالب Cathode –هذه المعلومة شديدة الخطورة لأنها تمكننا من معرفة اتجاه سير الجهد في الدارة.

المبدلة ــالريليه (الكتاوت) كوسيلة للوميض في الدارة

OFF STATE وضعية عدم التشغيل



وضعية التشغيل ON STATE

ملــف الريليـــه مفعــل و يقـــوم بجـــذب البوابـــة

مفتـــاح الريليـــه يصـــل التيـــار إلـــى الحمـــل

بطاريـــة

+ مـدخل تغذيـة الحمـل

RELAY_SPDT
Z?

BATTERY
B?

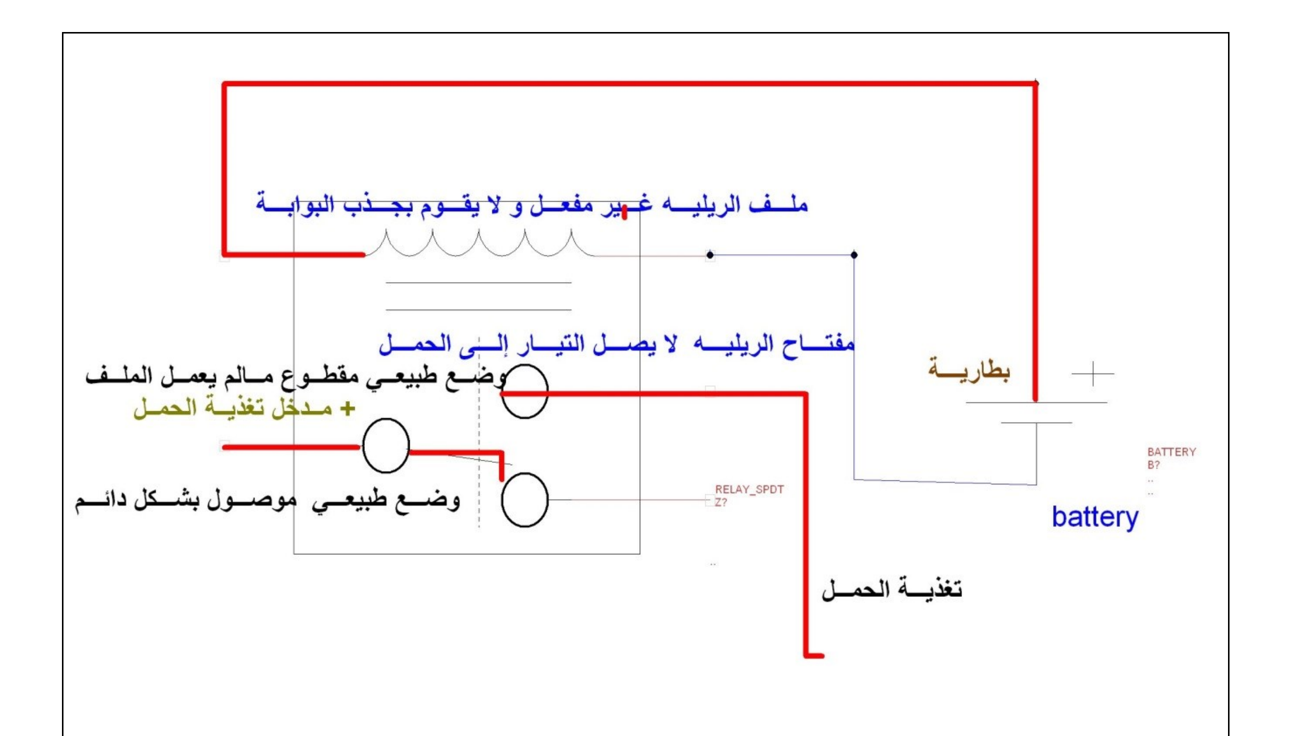
battery

لاحظ أنه في وضعية عدم التشغيل لا يقوم الملف بجذب البوابة المشتركة التي تقوم عندما يجذبها الملف بتمرير تيار الأمبير العالي إلى الحمل.

لا حظ كيف أن لهذه البوابة المشتركة وضعين اثنين : وضعٌ طبيعي دائم و وضع آخر يحدث عندما يصل التيار إلى الملف فيقوم بجذب البوابة إلى الأعلى فيحدث عندها اتصالٌ ما بين المدخل المشترك و المدخل الثاني العلوي (الأقرب إلى الملف).

لاحظ أنه في وضعية التشغيل يقوم الملف بجذب البوابة المشتركة.

لا حظ كيف أن لهذه البوابة المشتركة وضعين اثنين : وضعٌ طبيعي دائم و وضع آخر يحدث عندما يصل التيار إلى الملف فيقوم بجذب البوابة إلى الأعلى فيحدث عندها اتصالٌ ما بين المدخل المشنرك و المدخل الثاني العلوي (الأقرب إلى الملف).

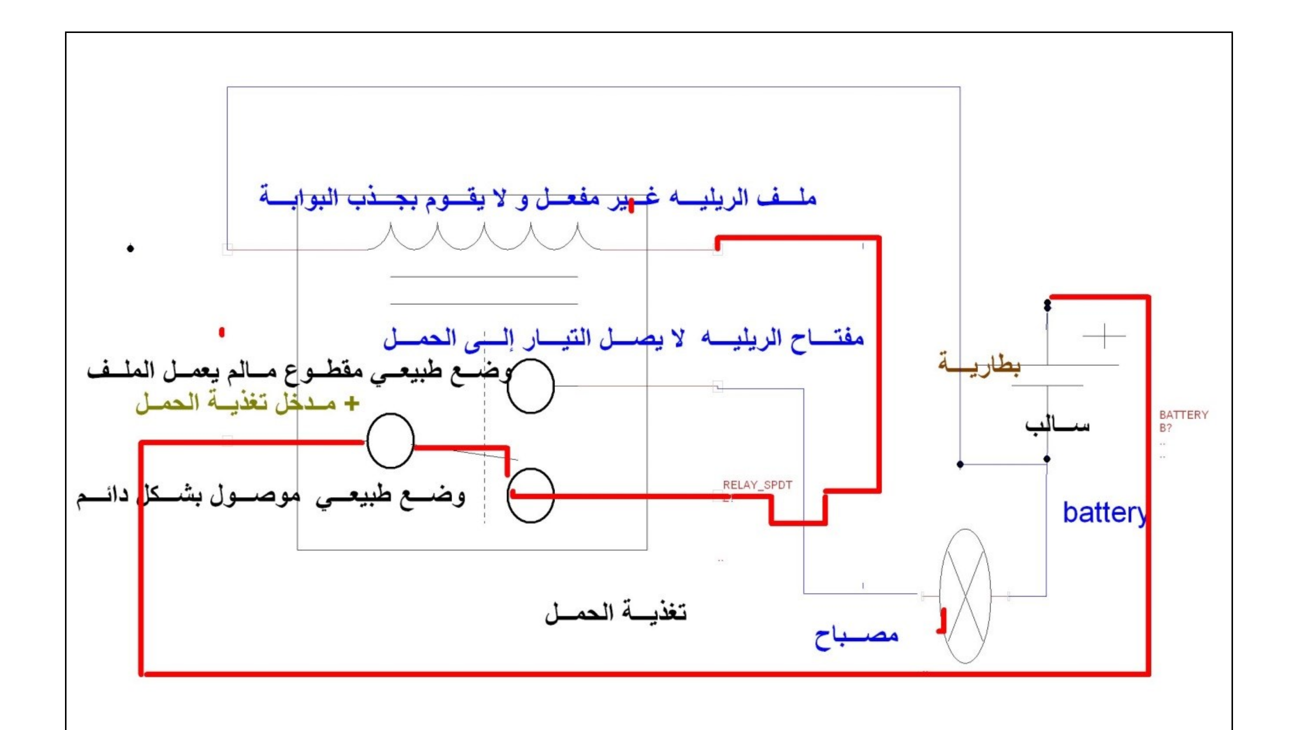


في هذه الحالة

تقوم البوابة بتوصيل الجهد الموجب من البطارية إلى الملف .

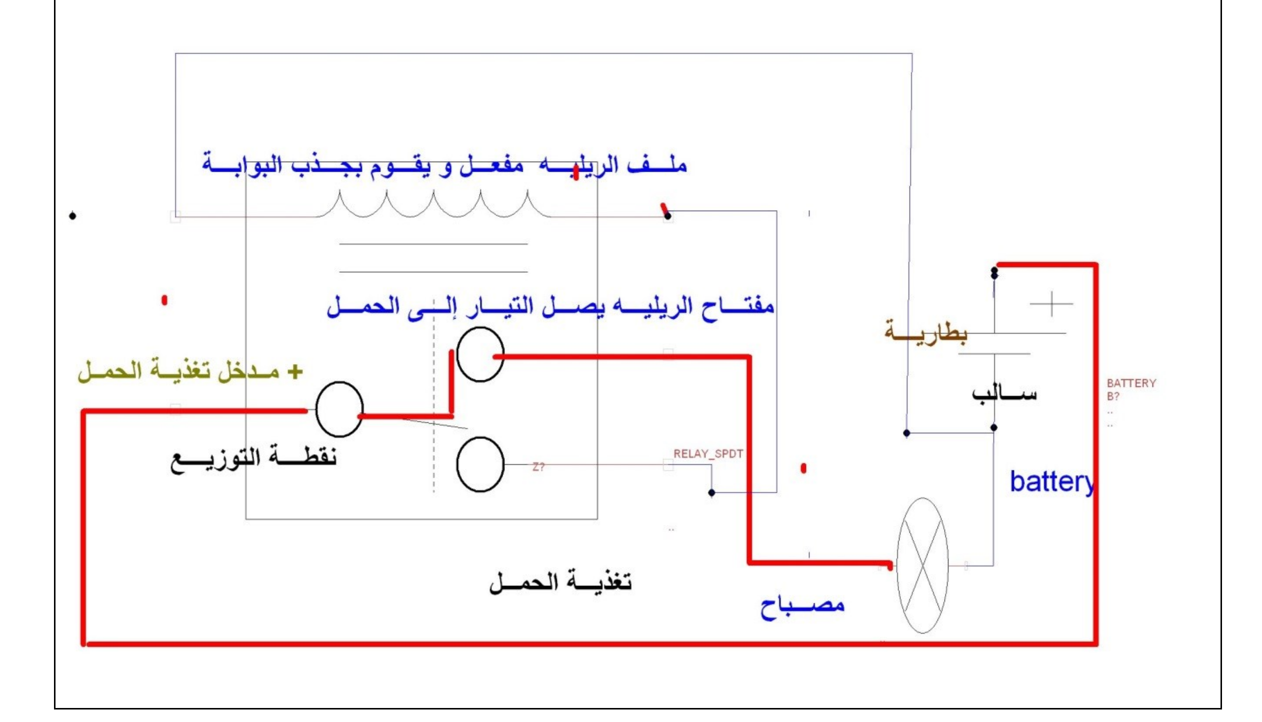
في هذه الحالة لا يصل جهدٌ موجب إلى المصباح.

حتى نتتبع سير الجهد الموجب في هذه الدارة علينا أن ننتبه إلى أنه لا يوجد تلامس بين الخطين في هذه النقطة.



في هذه الحالة

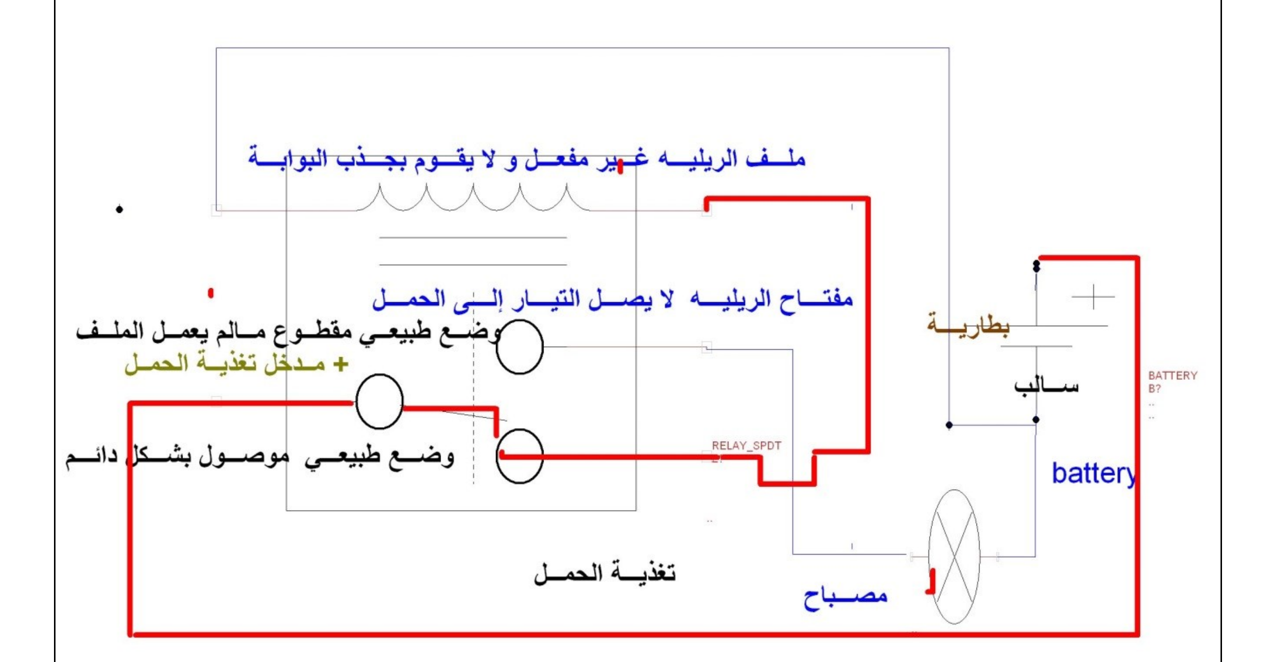
بعد أن يصل الجهد الموجب إلى الملف فإن دارته تكتمل و يتفعل فيقوم بجذب البوابة التي تقوم بتغذيته فيقطع التيار الكهربائي عن نفسه و يصل التيار الكهربائي بشكلٍ لحظي إلى المصباح الكهربائي فيومض المصباح.

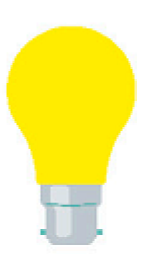


رمز القنطرة] أو) في الدارات الإلكترونية يدل على أن الخطين المتقاطعين لا يمس أحدهما الآخر.

في هذه الحالة :

بعد انقطاع التيار الكهربائي عن الملف فإنه يتوقف عن جذب البوابة التي تقوم بتغذية المصباح بالتيار الكهربائي فتعود البوابة إلى وضعها الطبيعي السابق فتقطع التيار الكهربائي عن المصباح بينما تصل التيار الكهربائي مجدداً إلى الملف.





في الحالة السابقة إما ان تقوم الريليه بتغذية ملفها و تقطع بذلك التغذية عن الحمل و إما أن تقوم بتغذية الحمل فتقطع التغذية عن ملفها غير أنها لا تستطيع البقاء في وضعٍ واحد بشكلٍ دائم فإذا قامت المبدلة بتغذية ملفها من بوابتها السفلية و هو الوضع الطبيعي للريليه فإن الملف سوف يتمغنط و يجذب البوابة إليه فيقطع بذلك التغذية عن نفسه و تتجه بذلك التغذية نحو الحمل و لكن عندما يقطع الملف التغذية عن نفسه فإنه لا يعود قادراً على جذب البوابة إليه لتغذية الحمل فتعود البوابة

لوضعها الطبيعي و بذلك فإنها تقطع التغذية عن الحمل و تعود مجدداً لتغذية الملف الذي يتمغنط مجدداً و يجذب البوابة إليه و بذلك فإنه يقطع التغذية عن نفسه و يحولها للحمل و هكذا دواليك إلى ما لا نهاية و بالنتيجة فإن التيار الكهربائي سيصل متقطعاً للحمل فإذا كان ذلك الحمل ضوءاً مثلاً فإنه سوف يومض .

في الحالات الاعتيادية و دون توصيل تيارٍ كهربائي للملف تصل بوابة الريليه ما بين المنفذ المشترك COM الذي يأتيه التيار الكهربائي من القطب الموجب للبطارية و بين المنفذ السفلي NC البعيد عن الملف و لذلك يوصف المنفذ السفلي بأنه مغلقٌ بشكلٍ طبيعي naturally close.

و بتلك الوضعية يتم تمرير التيار الكهربائي لملف الريليه و ليس للحمل المتصل بالريليه.

غير أن ملف الريليه عندما يصله التيار فإنه يجذب بوابة الريليه نحو المنفذ العلوي NO الذي يوصف بأنه مفتوحٌ بشكلٍ طبيعي فتصل بذلك البوابة الجهد الآتي من القطب الموجب للبطارية أو مصدر الجهد أياً يكن بالحمل أياً يكن و تقطع التيار عن الملف.

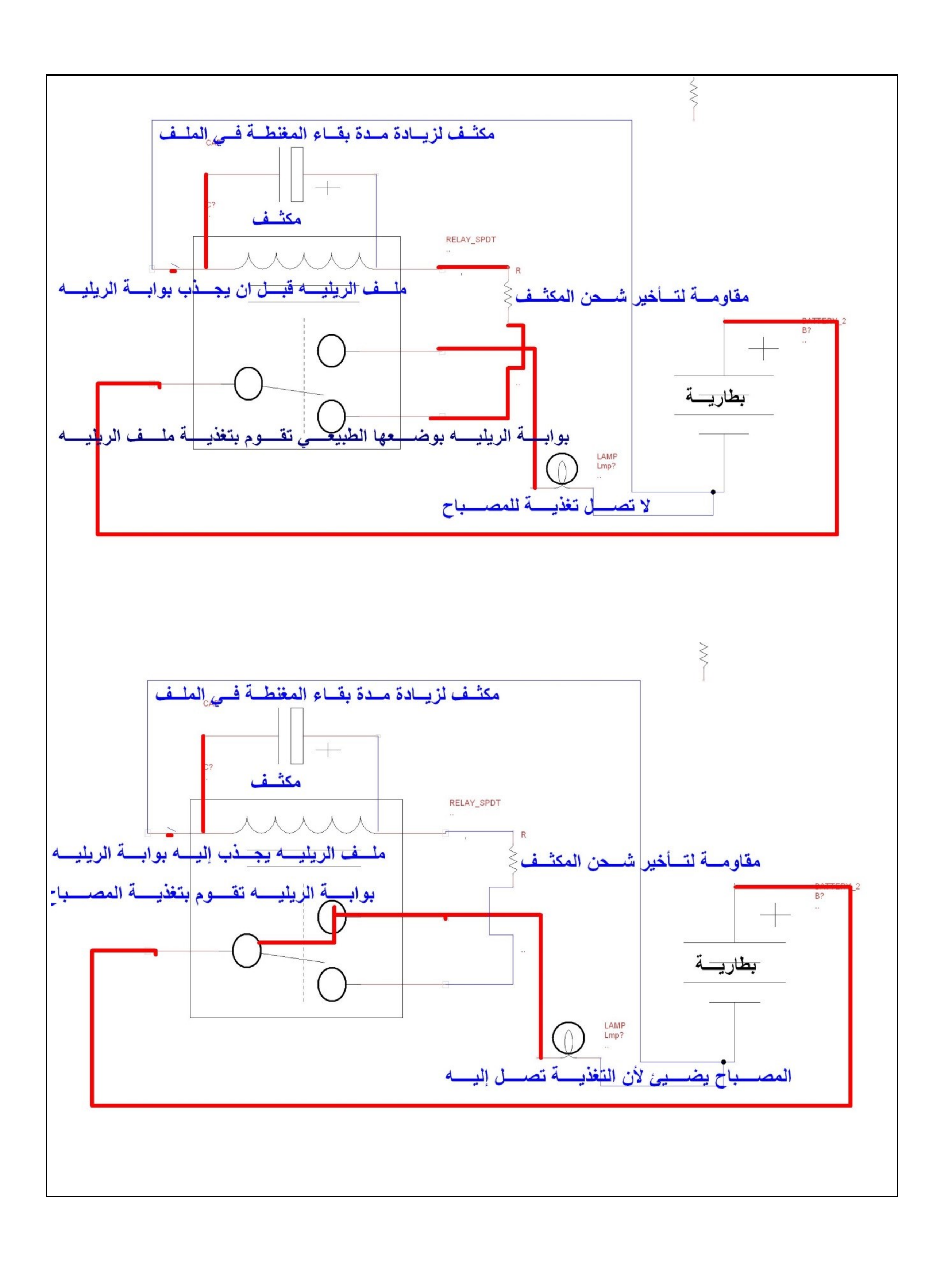
و بذلك يحصل الحمل على تغذيةٍ لحظية ،غير أن انقطاع التيار الكهربائي عن ملف الريليه يعني زوال الطاقة المغناطيسية التي جذبت البوابة نحو الأعلى فتعود بوابة الريليه (ربما بواسطة نابض) إلى وضعها السفلي الطبيعي و بذلك فإنها تقطع التيار عن الحمل و تصله بعد ذلك إلى الملف الذي يجذب البوابة مجدداً و هكذا دواليك إلى ما لا نهاية.

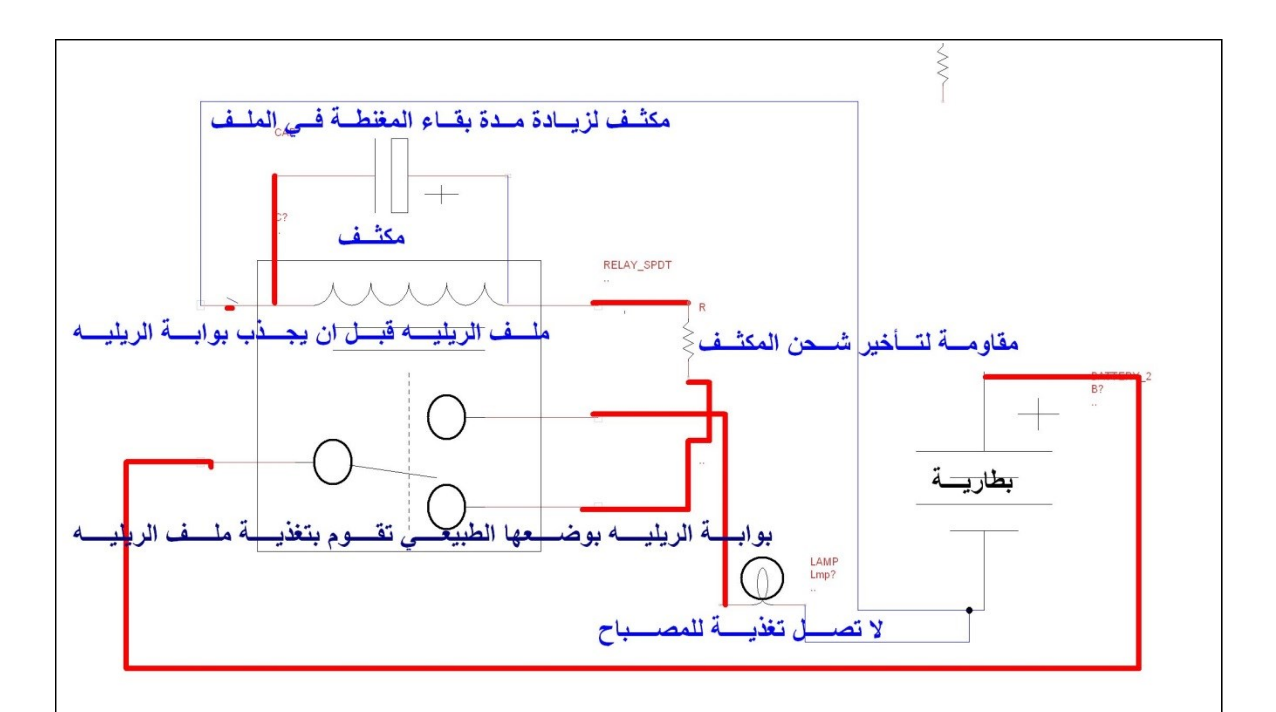
طبعاً فإن هذه العملية تجري بصورةٍ سريعةٍ جداً إلى درجة أنه لا يمكن ملاحظتها في حال ما إذا قمنا مثلاً بوصل مصباح إلى الريليه كحمل.

و لذلك فإننا حتى نتمكن من ملاحظة حركة الوصل و الفصل لابد من تبطئتها .

يمكن تبطئة هذه العملية بإضافة مكثف إلى ملف الريليه حيث سيقوم المكثف بتزويد الملف بالطاقة بعد انقطاعها من البطارية مما سيبقي الملف لمدةٍ أطول في حالة شحنٍ و تفعيل ،أي أن المصباح المتصل بالريليه سيبقى مضيئاً لفترةٍ أطول بينما ستبقى عملية فصل التيار عن الملف قصيرةً جداً و لحظية إلى درجةٍ لا يمكن ملاحظتها أي أن المصباح سيبدو بأنه مضيءٌ بشكلٍ مستمر.

إذاً لابد كذلك من جعل مدة انطفاء الضوء أطول حتى يمكن ملاحظتها ،و هذا الأمر يتم عن طريق تبطئة عملة شحن المكثف عن طريق تقليل التيار الذي يمر في المكثف و ذلك باستخدام مقاومة.


مكثـف لزيـادة مـدة بقـاء المغنطـة فـي الملـف
مكثـف
RELAY_SPDT
ملـف الريليـه قبـل ان يجـذب بوابـة الريليـه
مقاومـة لتـأخير شـحن المكثـف
بطاريـة
بوابـة الريليـه بوضـعها الطبيعـي تقـوم بتغذيـة ملـف الريليـه
LAMP
Lmp?
لا تصـل تغذيـة للمصـباح
مكثـف لزيـادة مـدة بقـاء المغنطـة فـي الملـف
مكثـف
RELAY_SPDT
ملـف الريليـه يجـذب إليـه بوابـة الريليـه
مقاومـة لتـأخير شـحن المكثـف
بوابـة الريليـه تقـوم بتغذيـة المصـباح
بطاريـة
LAMP
Lmp?
المصـباح يضـيئ لأن التغذيـة تصـل إليـه



يشير رمز القنطرة] إلى أنه لا يوجد اتصال بين الخطين المتقاطعين بينما تشير النقطة إلى وجود اتصال بين المتقاطعين.

لا يلتزم جميع من يقومون برسم المخططات الإلكترونية بهذه القاعدة .

بعد أن تزول مغنطة الملف بسبب انقطاع الاتصال بينه و بين القطب الموجب للبطارية و بسبب زوال شحنة المكثف المتصل به فإنه لا يعود قادراً على جذب بوابة الريليه إليه فتعود بوابة الريليه إلى وضعها الأصلي لتصل القطب الموجب للبطارية بملف الريليه مجدداً و لتقطع الاتصال ما بين موجب البطارية و موجب المصباح.

الدارة التالية هي دارة إنذار مفتاحها يكون مرتبطاً ببابٍ أو نافذة و هو يعمل عند فتح ذلك الباب غير أنه لا يتوقف عن العمل عند إغلاق الباب مجدداً و ذلك بفضل المبدلة(الريليه) التي تؤمن تدفق التيار بشكلٍ مستمر بمجرد تفعيل المفتاح مرة واحدة عن طريق لصٍ أو شبح أو روحٍ شريرة في المنزل.

لدينا بطارية تقوم بتغذية دارتين مرتبطتين ببعضهما البعض .

في الحالات الاعتيادية يكون تيار البطارية مقطوعاً عن الدارة .

الطرف العلوي للبطارية هو القطب الموجب للبطارية و القطب السفلي هو القطب السالب.

لا يمكن في الحالات العادية أن يقوم القطب الموجب للبطارية بتغذية صفارة الإنذار عن طريق الجزء العلوي من الدارة لأن الدارة مقطوعة عن طريق المفتاح ،ولا يمكن للقطب الموجب للبطارية أن يقوم بتغذية صفارة الإنذار عن طريق الجزء السفلي من الدارة لأن التيار مقطوعٌ هنالك عن الصفارة بواسطة بوابة الريليه .

الأن قام لص أو شبحٌ أو روحٌ شريرة في عتمة الليل بفتح بابٍ أو نافذة فما الذي سوف يحدث؟

سيقوم المفتاح المرتبط بالباب بإكمال الدارة المقطوعة فيتحرك التيار من القطب الموجب للبطارية إلى صفارة الإنذار فتعمل الصفارة.

غير أن اللص أو الشبح أو الروح الشريرة إذا سارعت إلى إغلاق الباب فإن المفتاح المرتبط بالباب سوف يقطع التيار الكهربائي عن صفارة الإنذار مجدداً و إذا حدث ذلك في آخر الليل حين يكون أصحاب المنزل مستغرقين في النوم العميق فقد لا يوقظهم صفيرٌ قصيرٌ لحظي ، و لكننا لا نريد لذلك أن يحدث و لذلك فقد أضفنا مبدلة (ريليه) للدارة و بمجرد أن يفتح اللص أو الشبح الباب المرتبط بالمفتاح فإن المفتاح سوف يوصل القطب الموجب للبطارية بالصفارة فتكتمل دارة الصفارة ،و ليس هذا و حسب إذ أن لدينا جزءاً آخر من الدارة يكتمل كذلك عند إغلاق المفتاح و هي دارة ملف الريليه حيث يتفعل ملف الريليه جاذباً بوابة الريليه نحوه فتقوم هذه البوابة بإكمال الدارة فيبقى كلٌ من ملف الريليه و صفارة الإنذار في وضع التفعيل حتى لو تم قطع المفتاح العلوي .

إذاً فإن المفتاح المتصل بالباب يكمل الدارة من الأعلى بينما تكمل بوابة الريليه الدارة من الأسفل .

اتجاه التيار في الدارة العلوية من الجهة اليسرى إلى الجهة اليمنى.

اتجاه التيار في الجزء السفلي من الدارة من الجهة اليسرى إلى الجهة اليمنى.

(الدارة العلوية الصغرى مقطوعة)

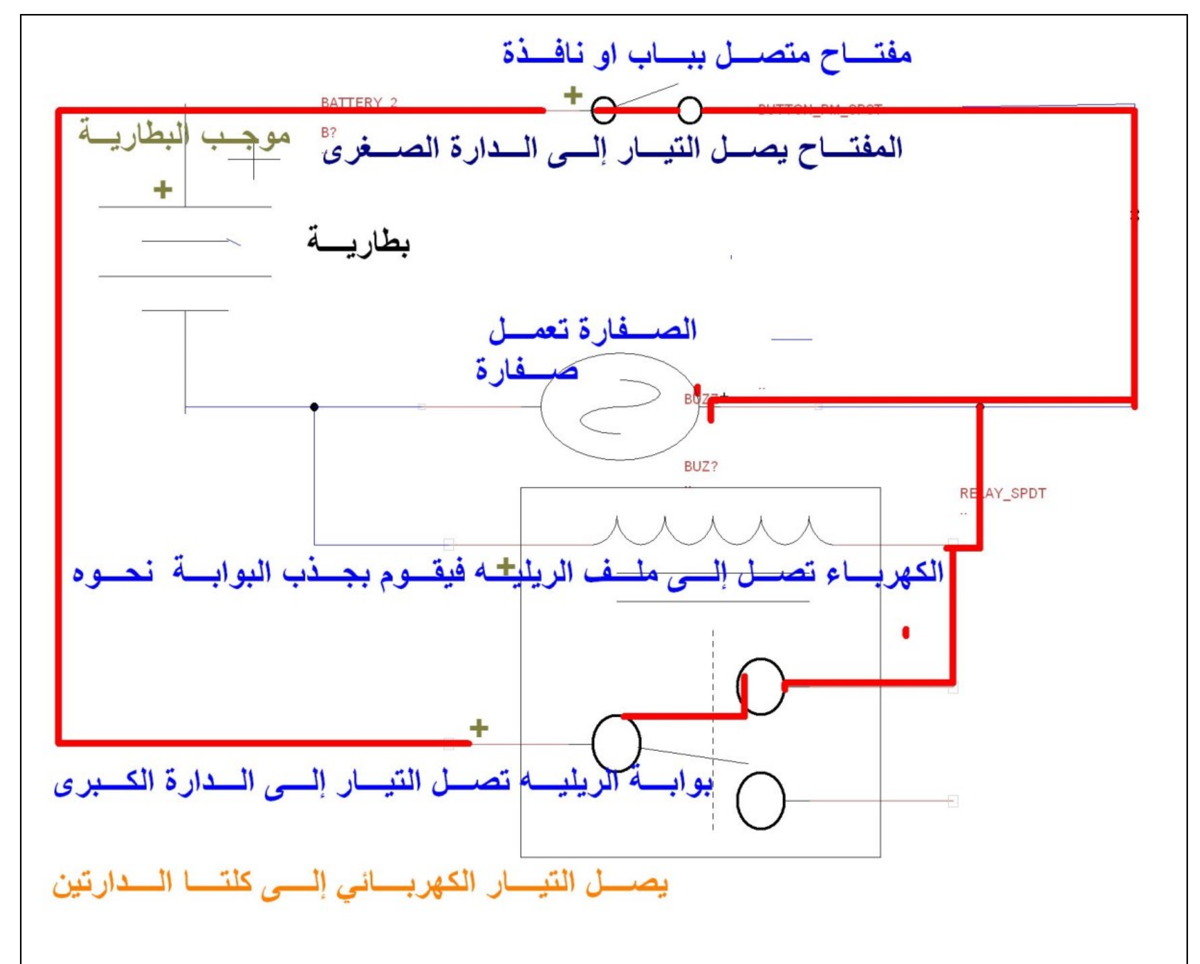
نبدأ بتتبع الجهد ابتداءً من القطب الموجب للبطارية فنلاحظ بأن التيار الكهربائي لا يمر إلى الجهة العلوية اليمنى ليقوم بتغذية الصفارة لأن المفتاح العلوي في حالة قطع.

(الدارة السفلية الكبرى مقطوعة)

كما أن التيار الكهربائي لا يستطيع التحرك ابتداءً من القطب الموجب للبطارية نحو الجهة السفلية اليمنى ليقوم بتغذية الصفارة و ملف الريليه من الأسفل لأن بوابة الريليه مقطوعة.



في الوضع الطبيعي يكون التيار الكهربائي مقطوعٌ عن كلتا الدارتين.



الآن إذا قام اللص أو الشبح أو الروح الشريرة بإغلاق الباب مجدداً فسوف يقطع المفتاح التيار مجدداً و لكن هل سوف تتوقف الصافرة عندها عن إطلاق الصفير؟



إذاً حتى لو تم إغلاق الباب و قطع التيار الكهربائي مجدداً عن طريق المفتاح المرتبط به فإن الريليه ستبقي التيار في حالة تدفق عن طريق بوابتها إلى كلٍ من الملف و إلى الحمل (صفارة الإنذار).

عندما يتم وصل المفتاح العلوي فإن التيار الكهربائي يتحرك ابتداءاً من القطب الموجب للبطارية نحو الجهة اليمنى لأنها الجهة المتاحة له ليتحرك إليها فيقوم بتشغيل صفارة الإنذار ثم يقوم بتفعيل ملف الريليه كذلك و بعد ذلك يعود التيار مجدداً إلى القطب السالب للبطارية.

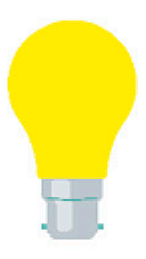
عندما يصل التيار الكهربائي إلى ملف الريليه و يقوم بتفعيله فإن ملف الريليه يجذب بوابة الريليه إليه و بذلك تكتمل الدارة السفلية الكبرى ليصبح بإمكان التيار الكهربائي أن يتحرك كذلك من القطب الموجب للبطارية إلى الجهة اليسرى وصولاً إلى بوابة الريليه في أسفل الدارة و منها إلى كلٍ من صفارة الإنذار و ملف الريليه .

و الآن بعد أن أخذنا فكرةً كافية عن الريليه (الكتاوت) اصبح بإمكاننا الانتقال للحديث عن مكونٍ شديد الأهمية و هو الترانزستور لأن هذا المكون يؤدي تقريباً العمل ذاته الذي تؤديه المبدلة(الريليه) و لكن بطريقة الكترونية بحتة و ليس بطريقةٍ ميكانيكية مغناطيسية كما هي حال الريليه..

الترانزيستور في الدارة Transistor

مرت معنا سابقاً المبدلة (الريليه أو الكتاوت) و كيف أنها تمكننا من التحكم الآلي بمكونٍ ما بحيث أنها تجعله يعمل أو يتوقف عن العمل بشكلٍ آلي أو أنها تمكننا من التحكم بتشغيل مكونٍ ما عن بعد عن طريق سلكٍ ذو مقطعٍ رفيع و تيارٍ كهربائيٍ منخفض.

يؤدي الترانزستور عملاً مماثلاً لعمل المبدلة غير أن المبدلة (الريليه) تعتمد في عملها على آليةٍ ميكانيكية بينما الترانزستور مكونٌ الكتروني صرف لا يحوي أي أجزاء ميكانيكية ، كما أن الترانزستور أسرع استجابةً و أصغر حجماً من الريليه.



أرجو أن لا يعتقد القارئ بأن ما سأقوله هنا عن الترانزستور يشبه ما كان قد سمعه أو قرأه من قبل لأن القارئ في نهاية هذا القسم سيأخذ فكرة جديدة و متكاملةعن آلية عمل ترانزستورات NPN

و طريقة توصيلها ربما لن يجدها في أي مكانٍ آخر فكرة ستبقى راسخةً في ذهنه حتى آخر العمر و لكن فقط قليلاً من الصبر.

المبدأ الأساسي في تركيب و موقع الترانزستور في الدارة (مالم تذكر الشركة الصانعة في بياناتها خلاف ذلك):

يتم التحكم في تشغيل و إطفاء الترانزستور من خلال طرف القاعدة B Base.

يتم توصيل الحمل الذي نريد التحكم به من خلال الترانزستور إلى طرفي المجمع C Collector و المبدد Emitter E .

أي أن :

القاعدة B Base للتحكم بتشغيل و إغلاق الترانزستور.

الآن لنفترض أنا نريد تصميم دارة إنذار من الحرائق تتألف من دارة تحسس تتحسس حرارة الجو المحيط و صفارة إنذار و مصدر جهد(بطارية مثلاً) :

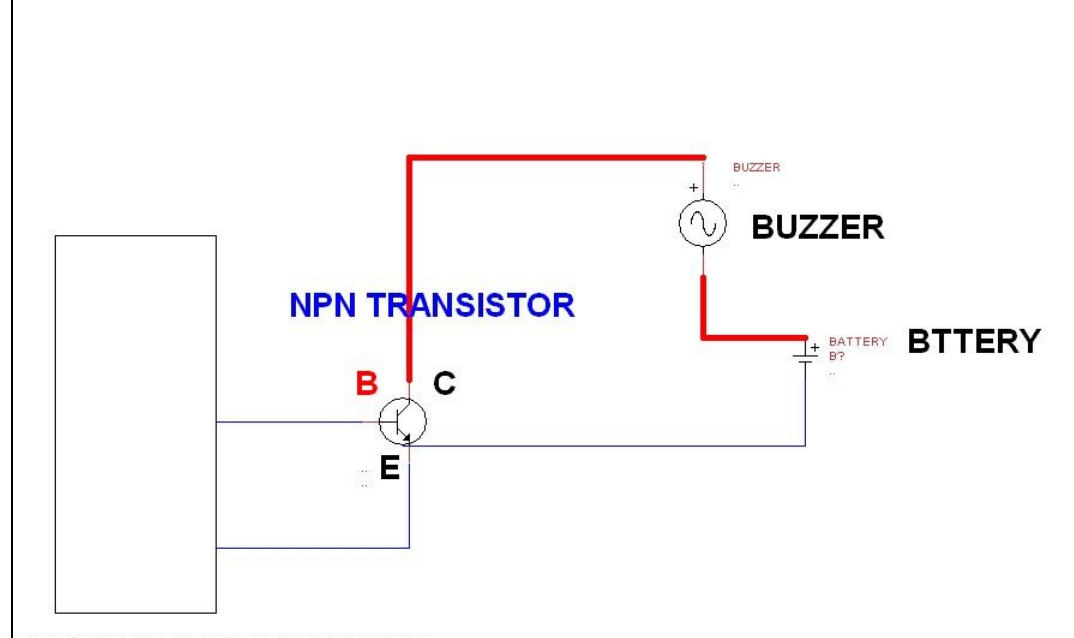
عندما تتحسس دارة تحسس حرارة الجو حرارةً مرتفعة بشكلٍ غير اعتيادي فإنها ترسل شارةً كهربائية إلى الترانزستور، و الترانزستور يقوم بدوره بتشغيل صفارة إنذار.

السؤال هنا :

لماذا لا نلغي الترانزستور من الدارة و نصل دارة تحسس الحرارة بصفارة الإنذار بشكلٍ مباشربحيث أنها و بدلاً من أن تقوم بتشغيل و تفعيل الترانزستور فإنها تقوم بتشغيل صفارة الإنذار؟

الإجابة أن الشارة الكهربائية الضئيلة التي ترسلها دارة تحسس الحرارة لا تكون كافيةً أبداً لتشغيل الحمل أياً يكن ذلك الحمل سواءً أكان صفارة إنذار أو مجموعة صفارات أو ضوء أو مجموعة من المصابيح أو مضخة مياه أو أياً يكن فأنى لشارةٍ كهربائية ضئيلة أن تقوم بتشغيل مثل تلك الأحمال الكبيرة؟

إذاً فإن الترانزستور و كما هي حال الريليه يعتمد على شارةٍ كهربائية ضئيلة ليقوم بتمرير تيارٍ كهربائي كبير من مصدر الجهد الكهربائي أياً كان إلى الحمل أياً كان ذلك الحمل.



إذاً لدينا في دارة الترانزستور النموذجية 4 مكونات رئيسية و هي الترانزستور و مصدر الجهد و دارة التحسس التي تعطي الأوامر للترانزستور بتمرير التيار من مصدر الجهد إلى الحمل و الحمل.

نصل مجمع الترانزستور بالقطب السالب للحمل.

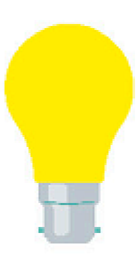
نصل مبدد الترانزستورE Emitter بكلٍ من القطب السالب للبطارية و القطب السالب لدارة تحسس الحرارة.

نصل قاعدة الترانزستور بالقطب الموجب لدارة تحسس الحرارة.

نصل مخرج دارة تحسس الحرارة الموجب بقطب التحكم بالترانزستور أي قاعدة الترانزستور.

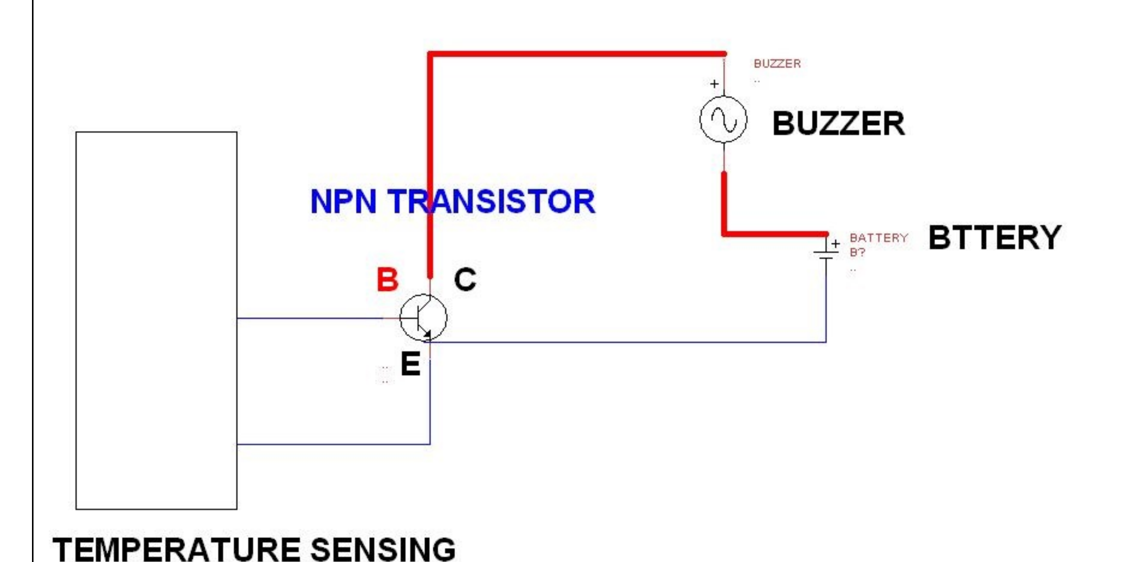
نصل القطب الموجب لدارة تحسس الحرارة بقاعدة الترانزستور لأن قاعدة الترانزستور هي الطرف الذي يتلقى عليه الترانزستور أوامر التشغيل على شكل نبضاتٍ كهربائية ضئيلة حتى يقوم بتمرير التيار الكهربائي.

نصل القطب السالب لدارة تحسس درجة الحرارة بمبدد الترانزستور E Emitter و هو موصولٌ كذلك بسالب مصدر الجهد.



عندما يتلقى الترانزستور شارةً كهربائية من دارة التحسس على قاعدته فإن تيار الإشارة الضئيل هذا الذي ترسله دارة تحسس درجة الحرارة يتجه من قاعدة الترانزستور إلى مبدد الترانزستور و منه إلى أرضي الدارة فتكتمل دارة التحكم من الترانزستور و لذلك يتم توصيل بوابة الترانزستور فيتدفق التيار الكهربائي من من مجمع الترانزستور إلى مبدده Emitter E .

و في دارتنا السابقة فإن صفارة الإنذار تكون متصلة بمجمع الترانزستور ،بينما يكون مبدد الترانزستور متصلٌ بسالب البطارية فإذا سمح الترانزستور للتيار الكهربائي بالتدفق من المجمع إلى المبدد فذلك يعني بأن دارة صفارة الإنذار قد اكتملت فيتحرك التيار الكهربائي بينها و بين البطارية فتعمل الصفارة.



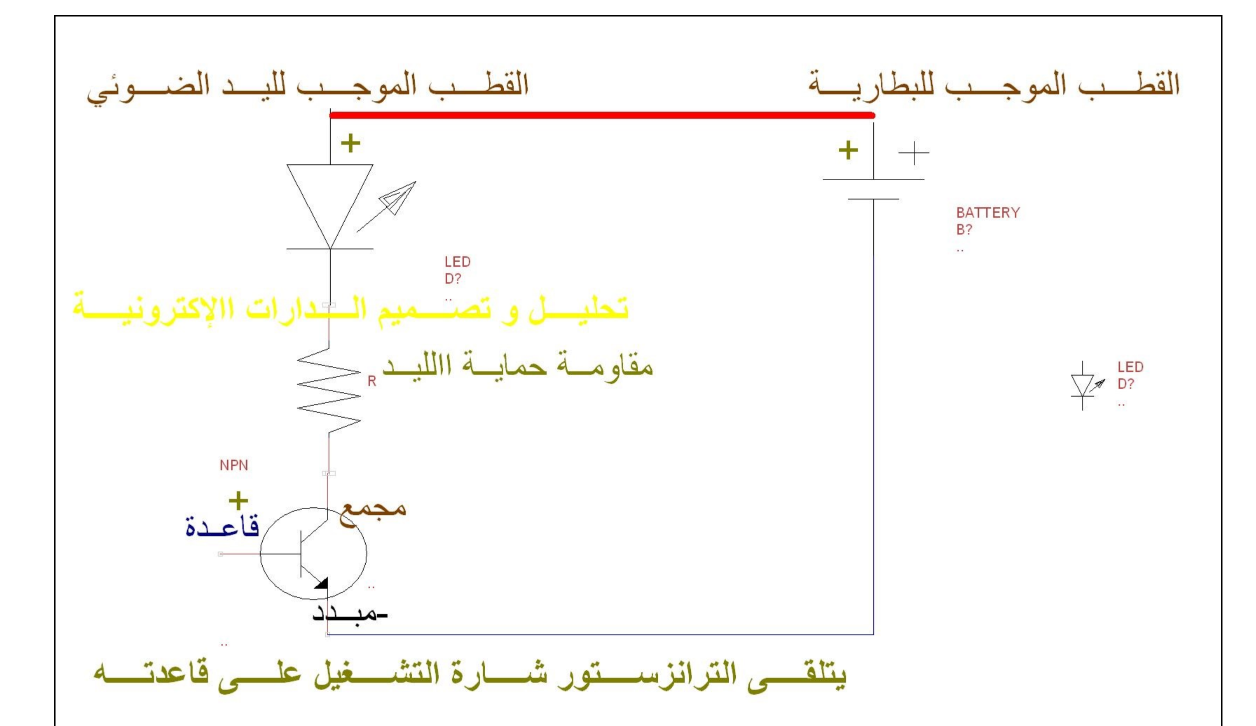
الان كيف نصل هذه المكونات مع بعضها البعض؟

علمنا سابقاً بان الجهد يدفع التيار في الدارة و لذلك حتى يتدفق التيار من قاعدة الترانزستور إلى مبدده لا بد من وجود جهدٍ بدفع التيار و هذا الجهد هو الإشارة التي ترسلها دارة تحسس الحرارة مثلاً إلى قاعدة الترانزستور (طرف التحكم بالترانزستور).

و عندما يتدفق التيار الكهربائي (تيار التحكم الضئيل) من قاعدة الترانزستور إلى مبدده فإن ذلك يؤدي (بصورةٍ ما) إلى أن تسمح بوابة الترانزستور بتدفق تيارٍ أكبر أي تيار تغذية الحمل ما بين مجمع الترانزستور و مبدده .

و يمكن التحكم بمقدار تيار تغذية الحمل الذي يتدفق ما بين مجمع الترانزستور ومبده من خلال تغيير حجم تيار التحكم الضئيل الذي يتحكم ببوابة الترانزستور و الذي يمر ما بين قاعدة الترانزستور و مبدده، أي انه كلما كانت شارة التحكم الكهربائية التي يتلقاها الترانزستور على قاعدته(طرف التحكم به) أكبر كان تيار تغذية الحمل الذي تسمح بوابة الترانزستور بمروره ما بين المجمع و المبدد أكبر .

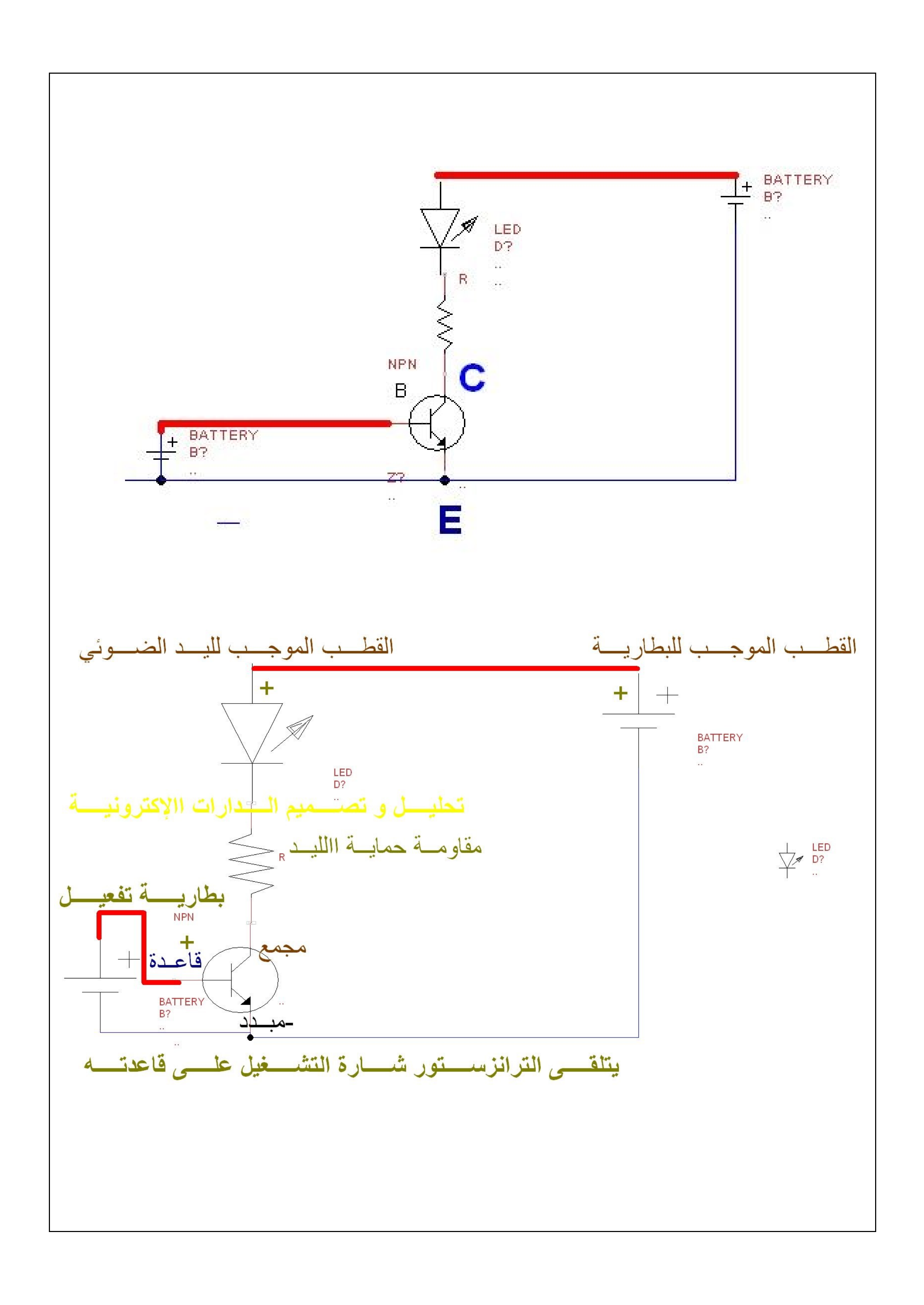
إذا كانت لدينا دارة تتألف من مصدر جهدٍ كهربائي(بطارية) و مقاومة و ليد ضوئي و وضعنا ترانزستور ما بين المقاومة و القطب السالب للبطارية فإنه عندما لا يتلقى الترانزستور على طرف التحكم به أي قاعدته أي شارةٍ كهربائية فلن يمر أي تيار تحكم ما بين قاعدة الترانزستور+ و مبدده - أي أن بوابة الترانزستور لن تسمح لأي تيار تغذية بالمرور عبر الترانزستور و بالتالي فإن الترانزستور لن يمرر أي تيار تغذية حمل ما بين المجمع + و المبدد- أي ان الليد الضوئي سيبقى مطفئاً .



و لكننا إذا مررنا نبضةً كهربائية إلى قاعدة الترانزستور(طرف التحكم بالترانزستور) فإن تيار التحكم سيمر ما بين قاعدة الترانزستور+ و مبدده - و هو الأمر الذي سوف يؤدي إلى تفعيل بوابة الترانزستور و بذلك فغنها ستسمح بمرور تيار تغذية الحمل ما بين مجمع الترانزستور و مبدده و هو الأمر الذي سوف يؤدي إلى إضاءة الليد الضوئي.

يحتاج الترانزستور من النمط NPN إلى نحو 7.0 فولت يتلقاها على قاعدته(طرف التحكم به) حتى يمرر تيار التغذية الكبير للحمل.

لتفعيل الترانزستور في الدارة السابقة فإننا نصل بطاريةً ثانيةً للدارة منخفضة الجهد (أقل من 1 فولت) و ذلك حتى ترسل جهد تحكم و تفعيل إلى بوابة الترانزستور أي طرف التحكم بالترانزستور.



BATTERY
B?
LED
D?
R
NPN
C
B
BATTERY
B?
Z?
E
القطـــب الموجـــب لليـــد الضـــوئي
القطـــب الموجـــب للبطاريـــة
BATTERY
B?
LED
D?
تحليـــل و تصـــميم الـــدارات الإلكترونيـــة
مقاومـــة حمايـــة الليـــد
R
LED
D?
بطاريـــة تفعيـــل
NPN
قاعـدة
مجمع
BATTERY
B?
-مبـــدد
يتلقـــى الترانزســـتور شـــارة التشـــغيل علـــى قاعدتـــه

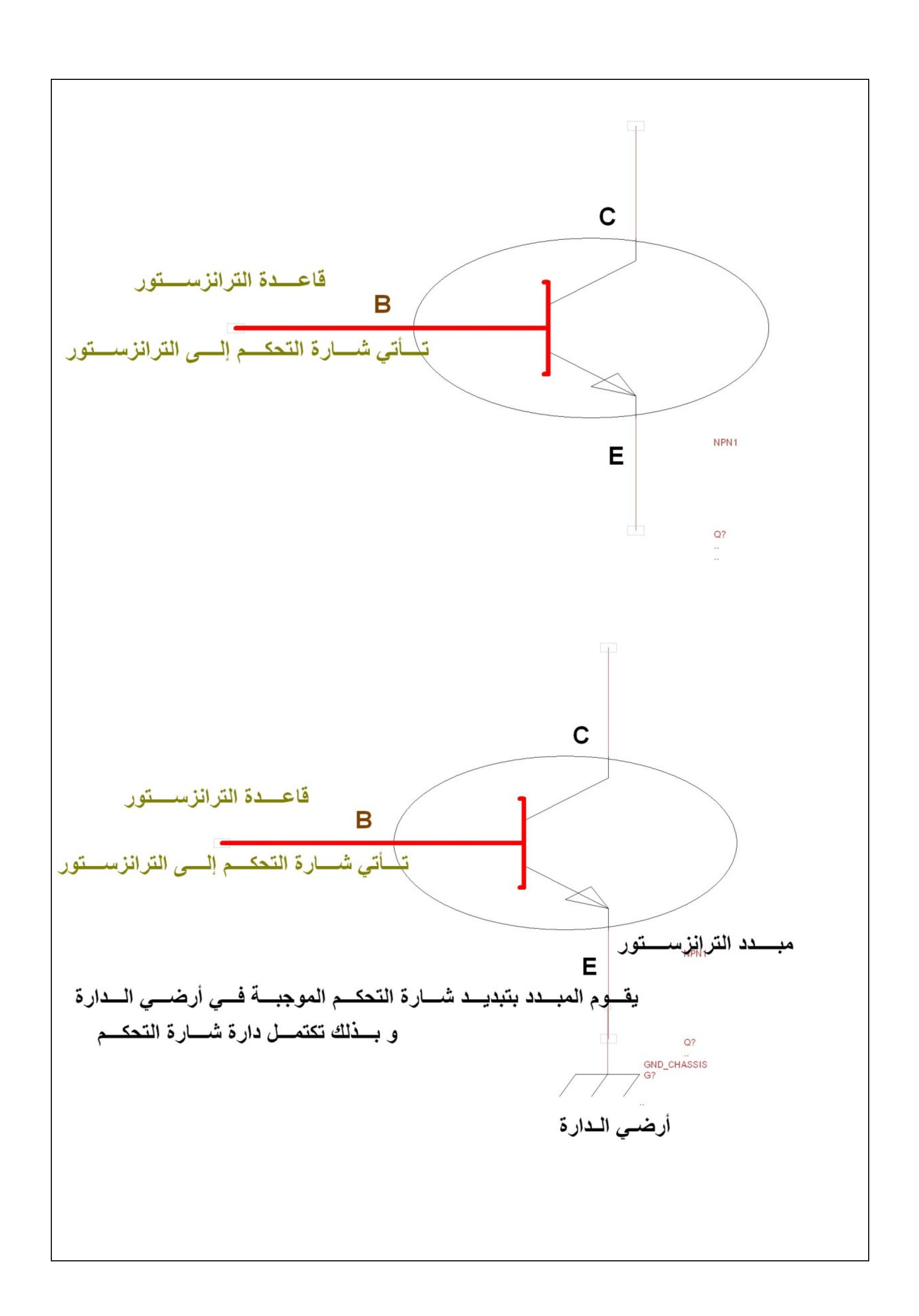
و لكن لا ننسى ان نصل الطرف المشترك للترانزستور أي مبدد الترانزستورE إلى كلٍ من سالب مصدر الجهد أو مصدرة تغذية الحمل في الدارة و سالب المكون أو العنصر الذي يرسل نبضة التحكم الموجبة إلى قاعدة الترانزستور.

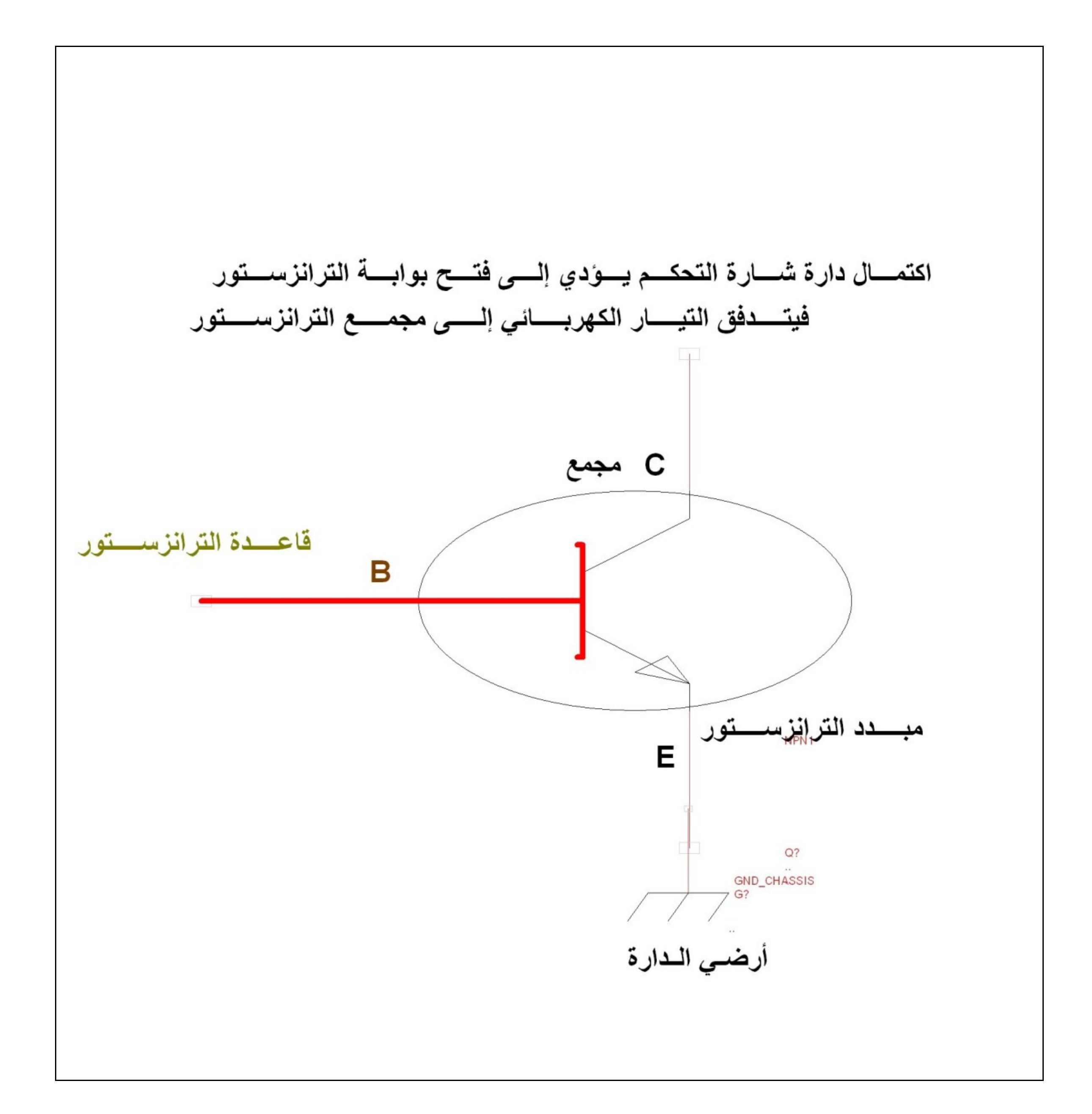
ذلك طبعاً في ترانزستورات النمط NPN .

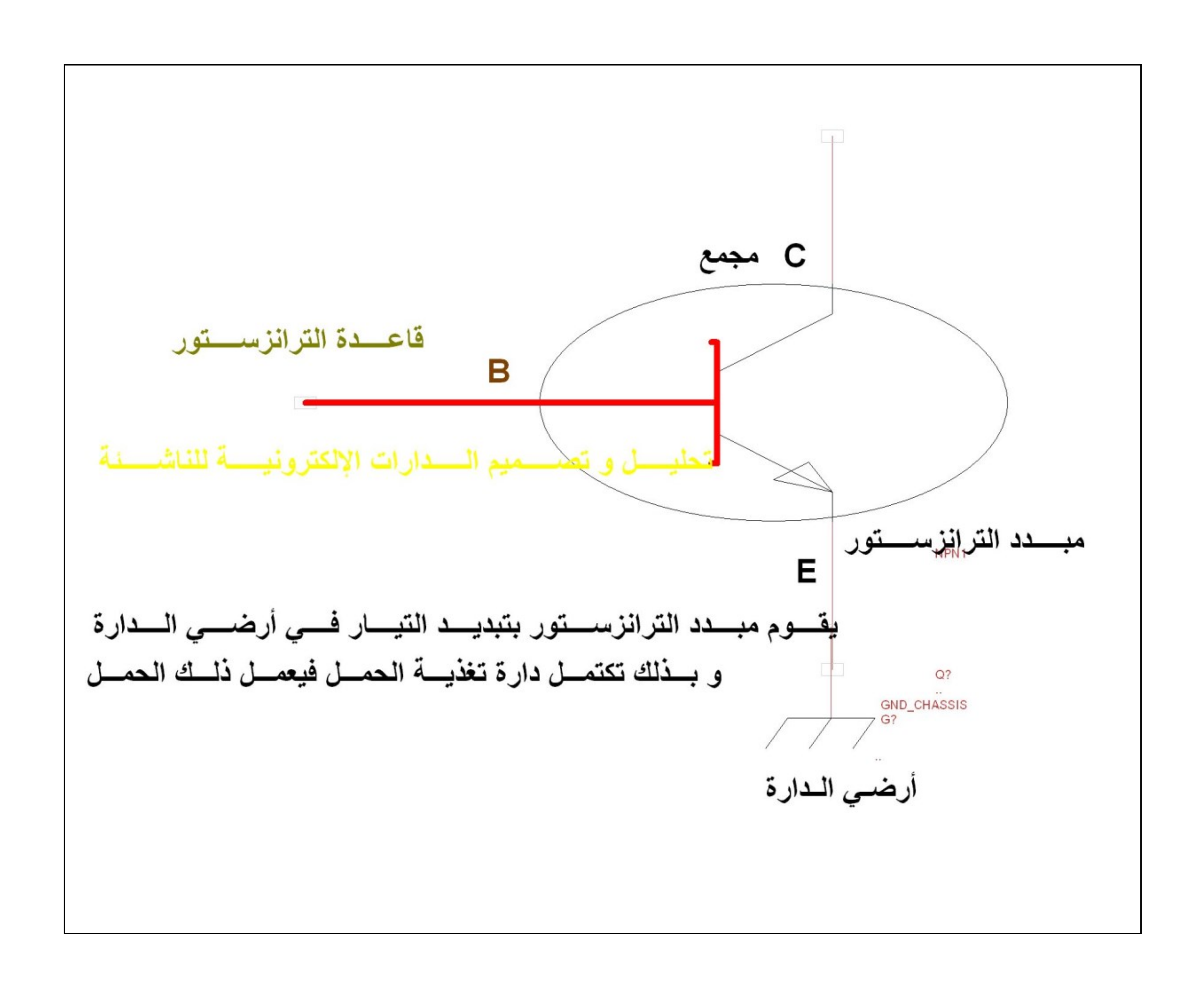
C

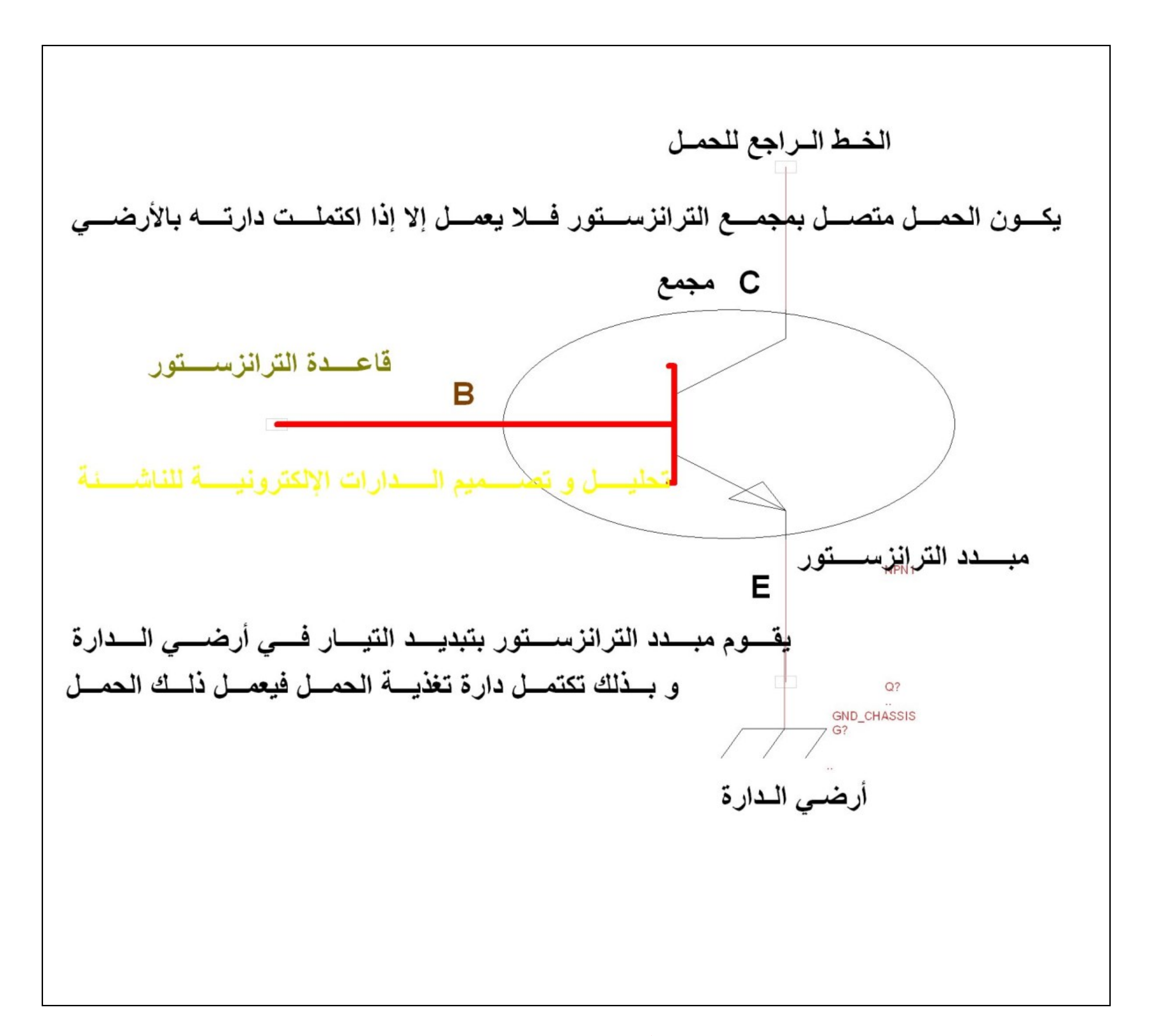
B

E


C
قاعـــدة الترانزســـتور
B
تـــأتي شـــارة التحكـــم إلـــى الترانزســـتور
E
NPN1
Q?
C
قاعـــدة الترانزســـتور
B
تـــأتي شـــارة التحكـــم إلـــى الترانزســـتور
مبـــدد الترانزســـتور
E
يقـــوم المبـــدد بتبديـــد شـــارة التحكـــم الموجبـــة فـــي أرضـــي الـــدارة
و بـــذلك تكتمـــل دارة شـــارة التحكـــم
Q?
GND_CHASSIS
G?
أرضـي الـدارة


اكتمـــال دارة شـــارة التحكـــم يـــؤدي إلـــى فتـــح بوابـــة الترانزســـتور
فيتـــدفق التيـــار الكهربـــائي إلـــى مجمـــع الترانزســـتور
C مجمع
قاعـــدة الترانزســـتور
B
مبـــدد الترانزســـتور
E
Q?
GND_CHASSIS
G?
أرضـي الـدارة


C مجمع
قاعـــدة الترانزســـتور
B
تحليـــل و تصـــميم الـــدارات الإلكترونيـــة للناشـــئة
مبـــدد الترانزســـتور
NPN1
E
يقـــوم مبـــدد الترانزســـتور بتبديـــد التيـــار فـــي أرضـــي الـــدارة
و بـــذلك تكتمـــل دارة تغذيـــة الحمـــل فيعمـــل ذلـــك الحمـــل
Q?
GND_CHASSIS
G?
أرضـي الـدارة



استخدام الترانزستور في تحسس اللمس

تمتلك أصابع اليد مقاومةً مرتفعةً جداً تبلغ عدة ميغا أوم و تزداد مقاومة الأصابع إذا كانت جافة بينما تنخفض تلك المقاومة إذا كان الشخص متعرقاً و لذلك فإنا نستخدم الإصبع كمقاومةٍ في الدارة.

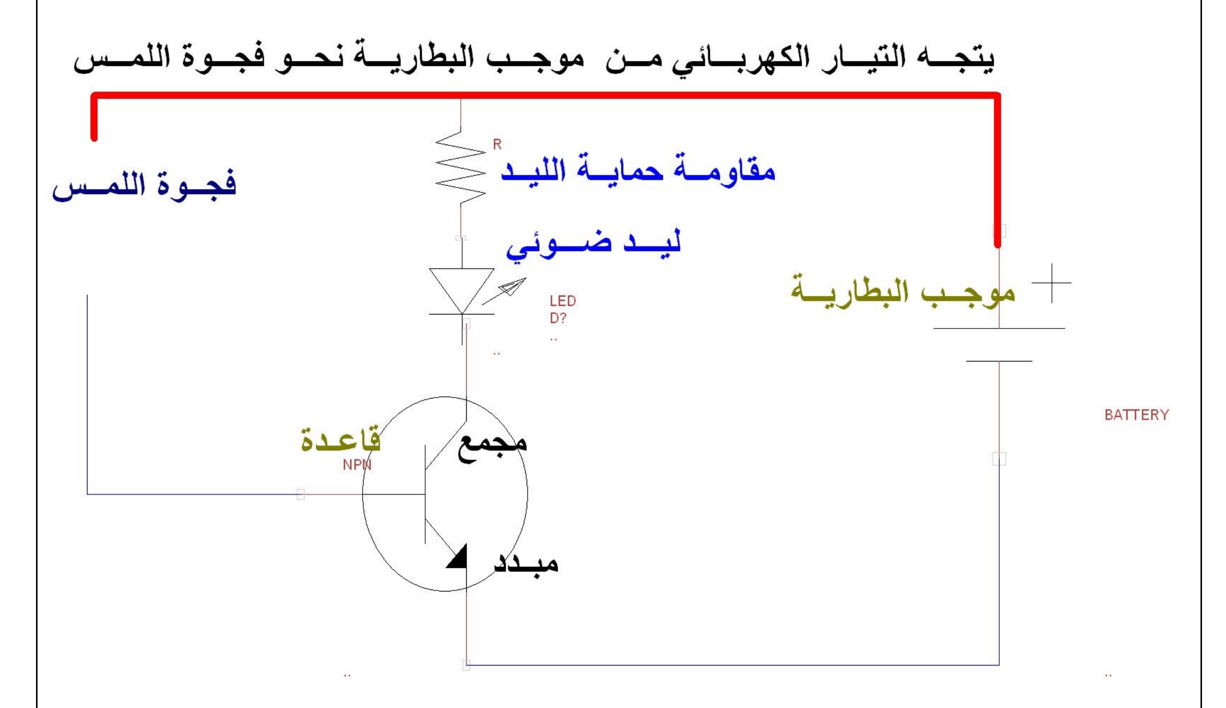
علماً أن معظم الحساسات التي تتحسس الضوء و الحرارة و اللمس و غيرها من المقادير الفيزيائية ليست إلا مقاوماتٍ تتغير قيمتها بتغير تلك المقادير الفيزيائية.

و كما هي الحال عندما تكون لدينا مقاومة تبلغ قيمتها بضعة ميغا أوم و نقوم بوصلها بين موجب مصدر جهد و قاعدة الترانزستور التي هي طرف التحكم بالترانزستور فإن تلك المقاومة سوف لا تسمح بفضل قيمتها المرتفعة إلا لتيارٍ ضئيل بالمرور من البطارية الثانية إلى قاعدة الترانزيستور و كما مر معنا سابقاً فإن ذلك التيار سيمر من قاعدة الترانزستور B إلى مبدده E و هو الأمر الذي

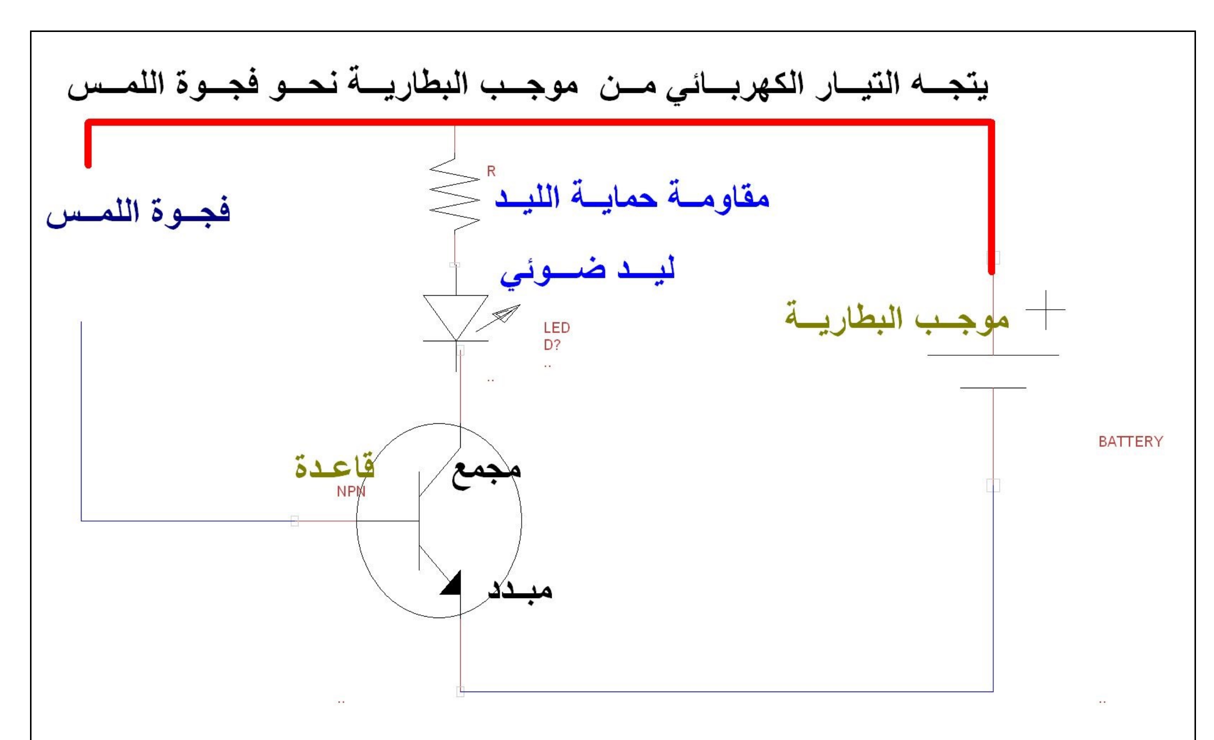
يؤدي إلى فتح بوابة الترانزستور الرئيسية التي تسمح لتيار تغذية الحمل الكبير بالتدفق من مجمع Cالترانزستور إلى مبدده E.

تتبع سير الجهد

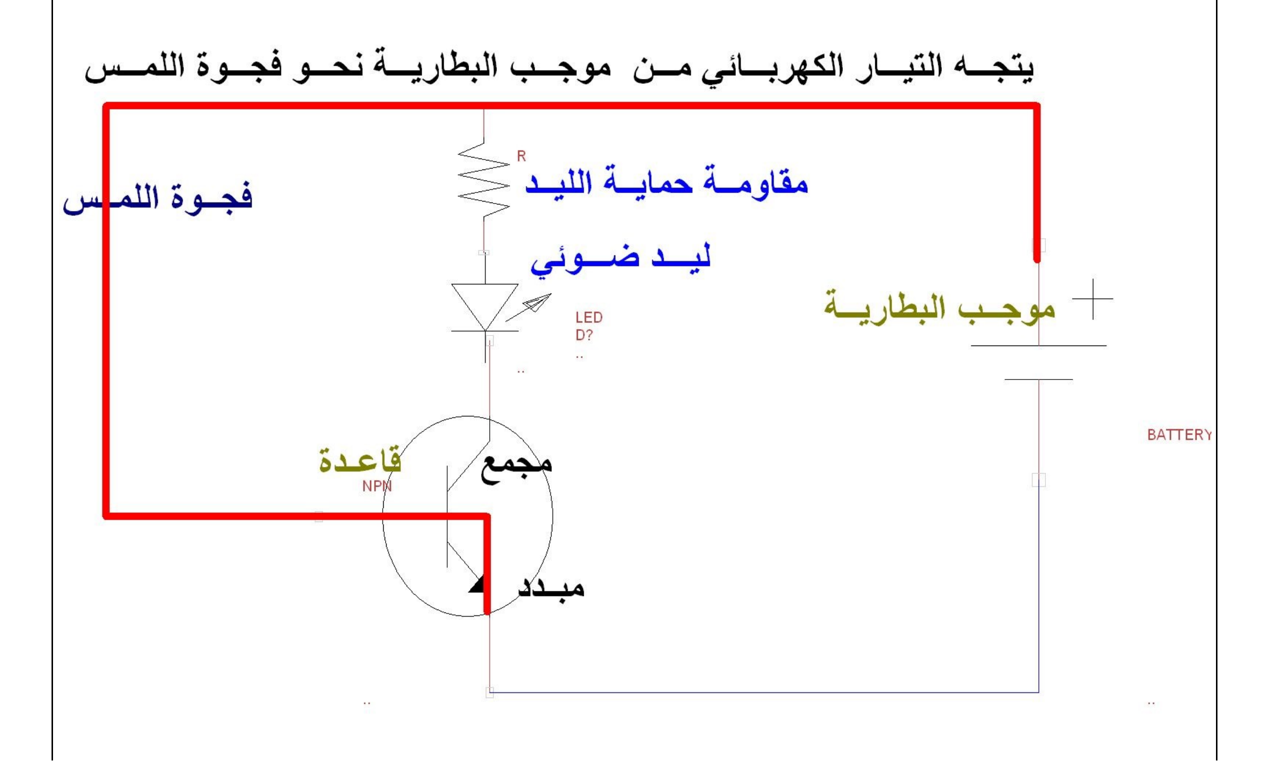
يتجه الجهد من القطب الموجب للبطارية الأولى نحو السلك المقطوع (نقطة اللمس) و بالطبع فإن التيار لا يستطيع العبور لأن السلك مقطوع .



الطريق الثانية هي الطريق الممتدة من الدايود إلى المقاومة فمجمع الترانزستور غير أنه كذلك طريقٌ مقطوع لأنه لا يمر تيارٌ ما بين المجمع و المبدد مالم يتلقى الترانزيستور أمراً على قاعدته حتى يفتح البوابة و يسمح للتيار بالمرور.



الآن إذا قام شخصٌ ما بلمس النقطتين السائبتين أي إذا حدث اتصالُ ما بين هاتين النقطتين عن طريق إصبع ذلك الشخص فإن التيار الكهربائي سيتجه من موجب البطارية إلى قاعدة الترانزيستور التي يتلقى عليها الترانزيستور شارة البدء و التشغيل و عندها فإن تيار البدء الضئيل بعد مروره عبر إصبع اليد ذو المقاومة المرتفعة فإنه سوف يتجه إلى قاعدة الترانزستور و منها إلى مبدد الترانزستور و منه إلى أرضي الدارة(سالب البطارية).



و هو الأمر الذي سوف يجعل بوابة الترانزستور تنفتح و تسمح لتيار تغذية الحمل بالعبور من موجب البطارية مروراً بكلٍ من المقاومة و الليد و الترانزستور (سيمر تيار تغذية الحمل من المجمع إلى المبدد إلى سالب البطارية أي أن دارة الحمل سوف تكتمل و سوف يضيء الليد.

يتــدفق التيــار الكهربــائي إلــى المقاومــة و الليــد و المجمــع إلــى المبــدد فأرضــي الــدارة



إن خط اللمس المقطوع عند النقطتين السائبتين هو خطٌّ موجب آتٍ من موجب البطارية و مهمته إعطاء شارة البدء و التشغيل لقاعدة الترانزستور .

ما الذي سوف يحدث إذا تم وصل موضع القطع عن طريق سلك؟

عندها سوف يمر جهدٌ مرتفعٌ جداً أي أن جهد البطارية سيصل مباشرةً إلى قاعدة الترانزستور بينما هي مجهزةٌ لتلقي جهود ضئيلة فقط فإذا وصل إليها جهدٌ عالي فإن ذلك قد يؤدي إلى تلف الترانزستور غير أن أصبع اليد بما فيه من مقاومةٍ مرتفعة يقوم بتخفيض جهد البطارية حتى يناسب قاعدة الترانزستور.

إن مبدد الترانزستور في ترانزستورات NPN هو مخرجٌ سلبي مشترك يوصل إلى أرضي الدارة أو القطب السالب لمصدر الجهد كما انه يكمل دارة كلٍ من جهد الإشارة المنخفض الذي يصل عبر قاعدة الترانزستور و جهد التغذية المرتفع الذي يصل عبر مجمع الترانزستور.

إذاً فإن لدينا في الترانزستور دارتين اثنتين :

دارة إشارة البدء التي تصل من خلال قاعدة الترانزستور على شكل تيارٍ موجب.

دارة تيار تغذية الحمل الذي يصل من مجمع الترانزستور.

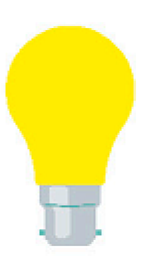
أما قطب الترانزستور السلبي المشترك فهو المبدد لأن هذا القطب يقوم بتبديد كلا التيارين السابقين في أرضي الدارة أو في سالب مصدر التغذية مكملاً بذلك الدارة و لذلك فقد دعوناه بالمبدد لأنه يقوم بإكمال الدارة عن طريق تبديد ما بقي من التيار في سالب مصدر الجهد أو أرضي الدارة.

المقاومات المتغيرة

المقاومة المتغيرة ضابطة الجهد **potentiometer :** وهي عبارة عن مقاومة متغيرة تستخدم في خفض و رفع الجهد و لذلك فإنها تستخدم مثلاً في التحكم في رفع و خفض الصوت و لها ثلاثة أقطاب :1 و 2 و 3 ، حيث تكون قيمة هذه المقاومة ما بين القطبين 1 و 3 ثابتة ، أما الطرف الثالث الأوسط 2 فيدعى بالماسح wiper وهو ينزلق ما بين هذين الطرفين مؤمناً قيماً في المقاومة تتراوح ما بينهما أي أنه يؤمن قيماً في المقاومة تتراوح ما بين الحد الأدنى و الحد الأقصى للمقاومة.

المقاومة الضوئية Photoresistor

عبارة عن مقاومة متغيرة تكون قيمتها في الظلام مرتفعة و لكن عندما تتعرض المقاومة الضوئية للضوء تتفعل الإلكترونات الموجودة فيها و تتحرك فتنخفض بذلك مقاومتها.

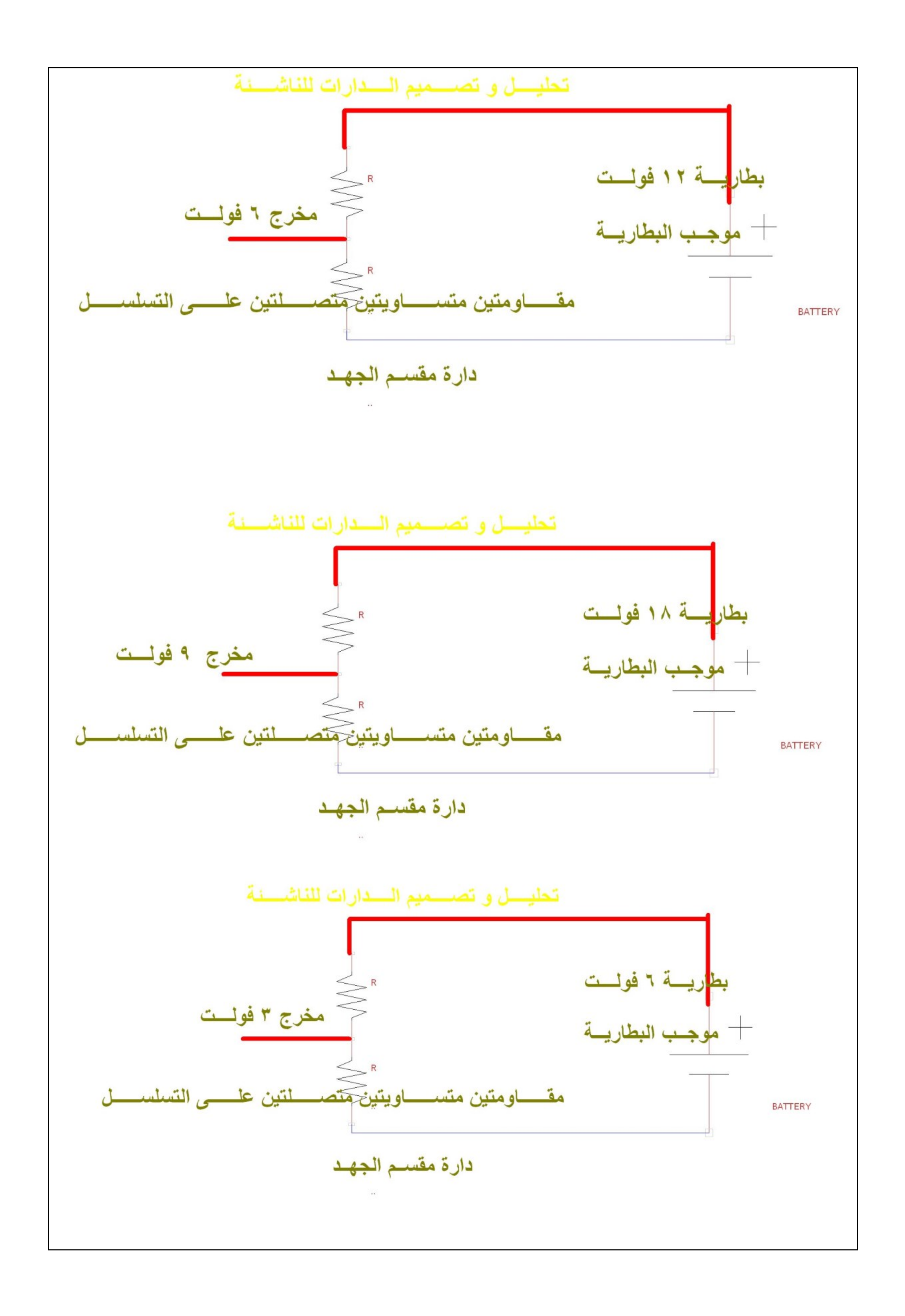


وفقاً لقانون   أوم فإن المقاومة عندما تقوم بتغيير قيمة الجهد فيجب أن يتبع ذلك حتماً تغييرٌ في قيمة التيار (الأمبير) و العكس صحيح أي أن المقاومة عندما تقوم بتغيير قيمة التيار(الأمبير) فيجب أن يتبع ذلك حتماً تغيرٌ في قيمة الجهد(الفولت).

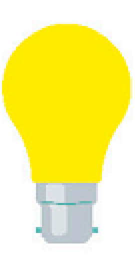
مقسم الجهد voltage divider

إذا قمنا بوصل مقاومتين متساويتين في القيمة مع بعضهما البعض على التسلسل إلى مصدر جهد فإن الجهد بينهما سيبلغ نصف جهد مصدر الجهد.

فإذا كانت لدينا بطارية يبلغ جهدها مثلاً 12 فولت و قمنا بوصل مقاومتين متساويتين على التوالي (التسلسل) مع بعضهما البعض و مع مصدر الجهد فإن الجهد بينهما سوف يبلغ 6 فولت.



تحليـــل و تصــميم الـــدارات للناشـــئة
بطاريـــة ١٢ فولـــت
موجـب البطاريـة
مخرج ٦ فولـــت
R
R
مقـــاومتين متســـاويتين متصــــلتين علـــى التسلســــل
BATTERY
دارة مقسـم الجهـد
تحليـــل و تصــميم الـــدارات للناشـــئة
بطاريـــة ١٨ فولـــت
موجـب البطاريـة
مخرج ٩ فولـــت
R
R
مقـــاومتين متســـاويتين متصــــلتين علـــى التسلســــل
BATTERY
دارة مقسـم الجهـد
تحليـــل و تصــميم الـــدارات للناشـــئة
بطاريـــة ٦ فولـــت
موجـب البطاريـة
مخرج ٣ فولـــت
R
R
مقـــاومتين متســـاويتين متصــــلتين علـــى التسلســــل
BATTERY
دارة مقسـم الجهـد



أما إذا استخدمنا مقاومتين غير متساويتين في القيمة فإننا سوف نحصل على جهدٍ يتراوح ما بين صفر و 12 فولت ،أي أننا سوف نحصل على جهدٍ يتراوح ما بين الحد الأدنى(صفر) و الحد الأعلى (12 فولت) لمصدر الجهد.

لتكن لدينا دارة تتألف من بطارية يبلغ جهدها 12 فولت أي أن جهد الدخل في الدارة V_{in} يبلغ 12 فولت و لتكن لدينا مقاومتين متصلتين على التوالي (التسلسل) إحداهما قيمتها Ω500 أوم و الثانية قيمتها 5kΩ (5 كيلو أوم) و المطلوب حساب خرج هذه الدارة V_{out} أي الجهد الخارج من مقسم الجهد أي الجهد الذي يخرج ما بين هاتين المقاومتين .



قانون مقسم الجهد :

$$V_{out}=V_{in}\times\frac{R2}{R1+R2}$$

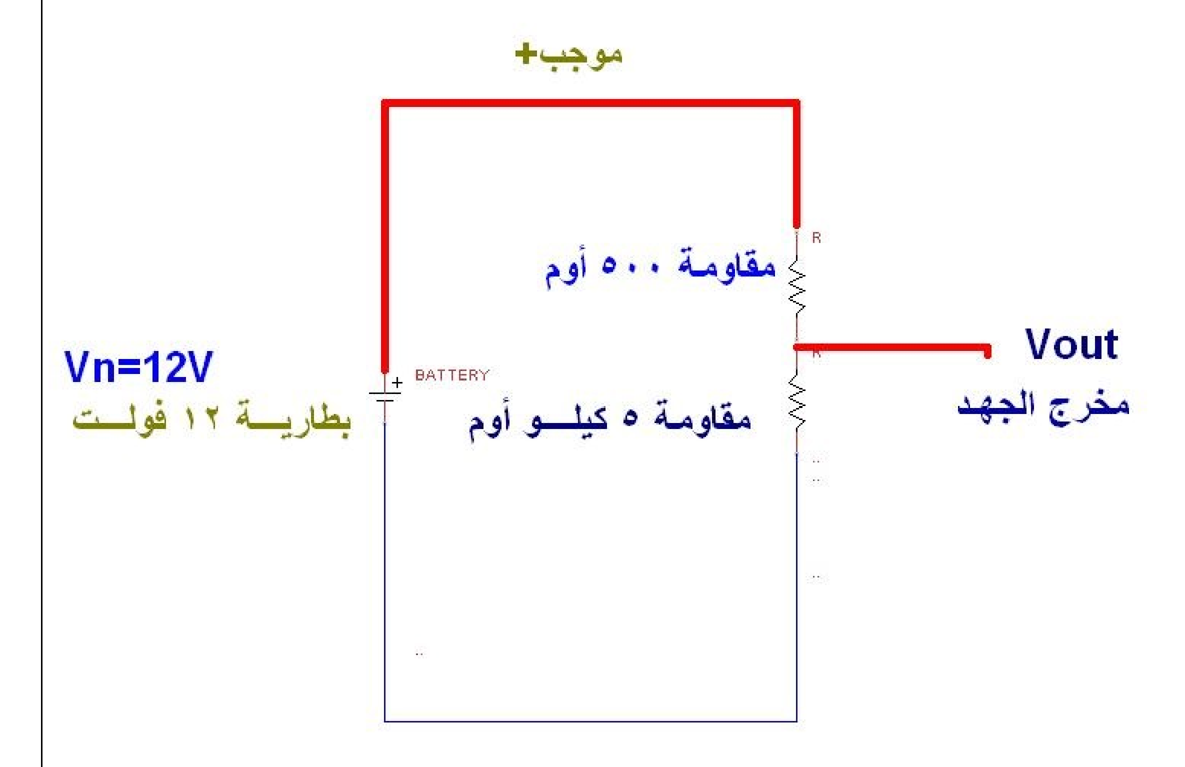
الجهد الخارج أو الجهد الناتج V_{ou}عن مقسم الجهد يساوي الجهد الداخل إلى الدارةV_{in} (أي جهد مصدر جهد الدارة و هو هنا جهد البطارية 12 فولت) ضرب قيمة المقاومة الثانية أي 5 كيلو أوم أي 5000Ω أوم تقسيم قيمة المقاومة الأولى 500Ω أوم زائد المقاومة الثانية أي 5000 أوم .

$$V_{out}=12V\times\frac{5000\Omega}{500\Omega+5000\Omega}$$

500÷5500=0.90

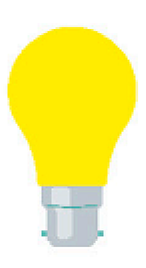
12×0.90=10.9 V

أي ان الجهد الذي سيخرج من مقسم الجهد ستكون قيمته 10.9 فولت.



ملاحظات:

إذا كانت النتيجة أقل من صفر (أي قيمة سلبية) أو إذا كانت أعلى من قيمة جهد مصدر التغذية فإن ذلك يعني بأن هنالك خطأً ما في حساباتنا.



علينا الانتباه إلى ضرورة أن تكون جميع المدخلات بوحدتي الفولت و الأوم بمعنى أن نعبر عن القيمة 5KΩ (5 كيلو أوم) بوحدة الأوم أي 5000 Ω (5000 أوم) و إلا فإننا إذا كتبناها على الصورة 5KΩ فإن المعادلة سوف تعتبرها 5 أوم و ليس 5 كيلو أوم و ستكون النتيجة خاطئة و هذا الأمر ينطبق على جميع القوانين الفيزيائية حيث يتوجب الالتزام بوحدة القياس المعطاة فإذا كانت القيمة المعطاة أقل من وحدة القياس المعطاة فإننا نعبر عن تلك القيمة برقمٍ عشري.

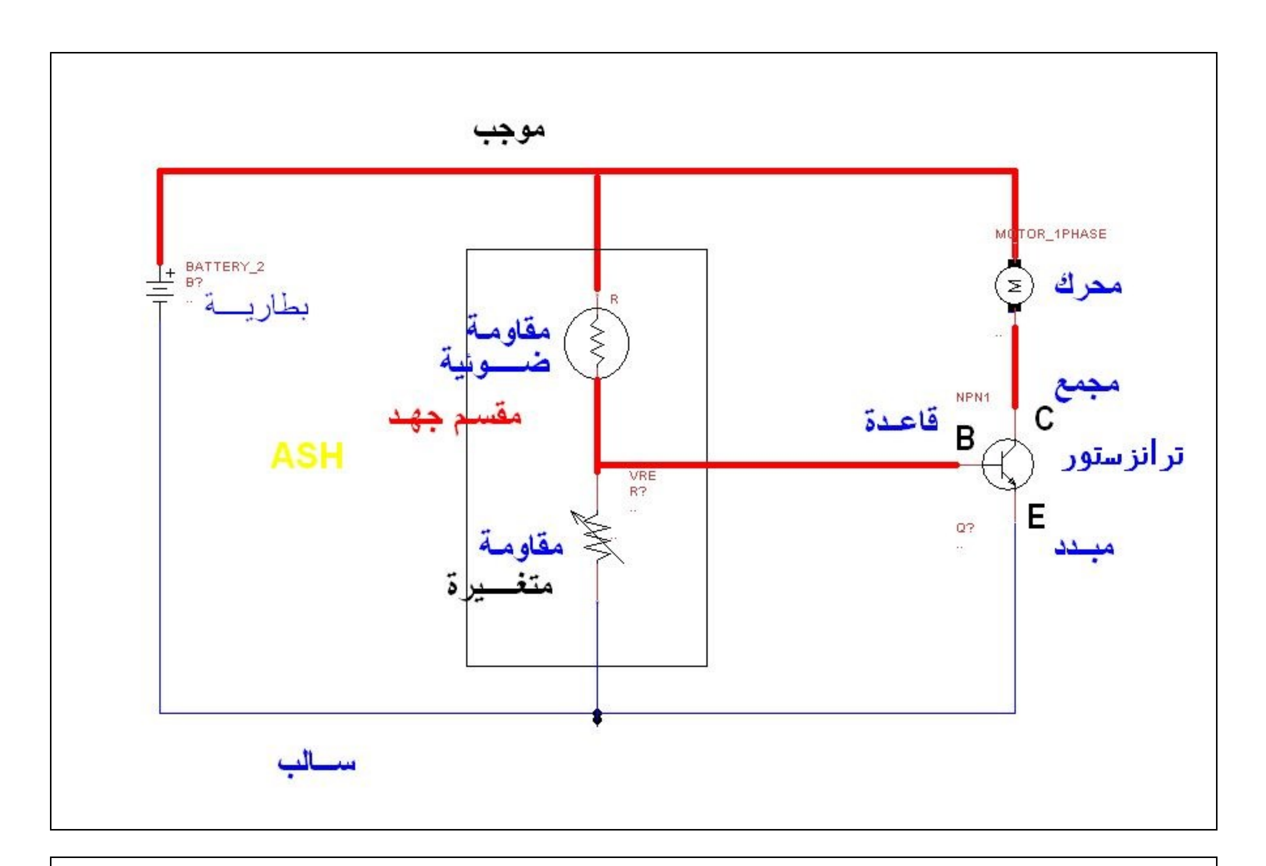
إذا استبدلنا إحدى المقاومتين في مقسم الجهد بمقاومةٍ ضوئية فإننا نحصل على مقياسٍ لشدة الضوء .

دارة تشغيل محرك كهربائي باب حظيرة مواشي في مزرعة حتى يسمح للماشية بالرعي عند شروق الشمس.

إن دارة تحسس الضوء عبارة عن مقسم جهد يتألف من مقاومة ضوئية و مقاومة قابلة للضبط متصلةٌ معها على التوالي .

تتمثل فائدة المقاومة القابلة للضبط في أنها تمكننا من تحديد درجة الاضاءة التي ستتفعل الدارة عندها .

أي أن هنالك درجة إضاءة معينة تنتج عندها المقاومة الضوئية جهداً معيناً كافياً لتفعيل الدارة حسب الحد الذي قمنا بضبط المقاومة عليه.



سير الجهد

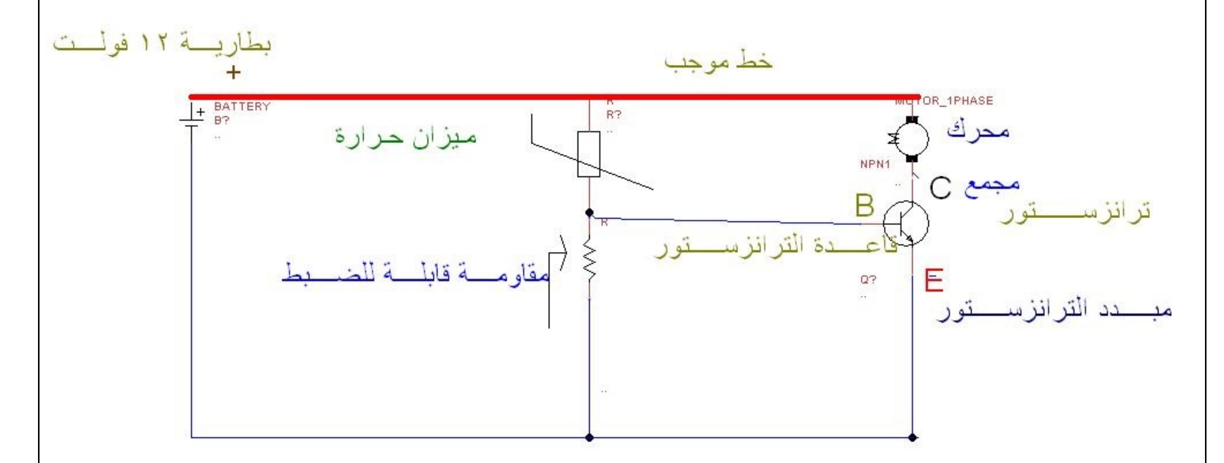
يتجه الجهد من موجب البطارية إلى المحرك غير أن التيار لا يستطيع تشغيل المحرك لأن الدارة مقطوعة عند الترانزستور و لذلك فإن الدارة لا تكتمل و المحرك لا يعمل فتبقى الدارة في حالة سكون.

الآن تشرق الشمس فتنتج المقاومة الضوئية جهداً كهربائياً و عندما يصل مقدار الاضاءة إلى شدةٍ معينة فإن المقاومة الضوئية تنتج جهداً يساوي الجهد الذي ضبطنا المقاومة القابلة للضبط عليه وعندها يتحرك الجهد الكهربائي الذي أنتجته المقاومة الضوئية إلى قاعدة الترانزستور و منه إلى مسرب أو مبدد الترانزستور و منه إلى سالب البطارية .

أي أن الدارة الصغرى أي دارة جهد التحكم تكتمل و عندها تفتح بوابة الترانزستور فتسمح للتيار الكهربائي بالمرور من موجب البطارية إلى المحرك و منه إلى مجمع الترانزستور ثم إلى مبدد الترانزستور الذي يبدد التيار في سالب البطارية فتكتمل الدارة الكبرى أي دارة تغذية الحمل فيعمل المحرك.

دارة تشغيل مروحة تبريد عندما تصل درجة الحرارة إلى حدٍ معين

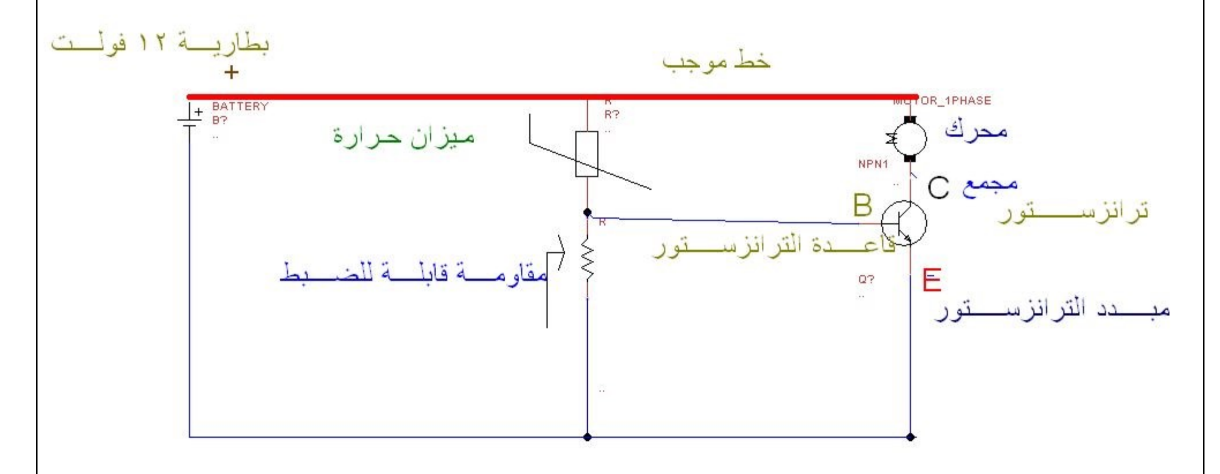
فائدة ميزان الحرارة الإلكتروني(الثرموميتر) thermometer أنه يتحسس درجات الحرارة أما المقاومة القابلة للضبط فإنها تتيح لنا تحديد درجة الحرارة التي سترسل عند بلوغها شارة البدء للترانزستور.



سير الجهد في الدارة

جهد تغذية الحمل

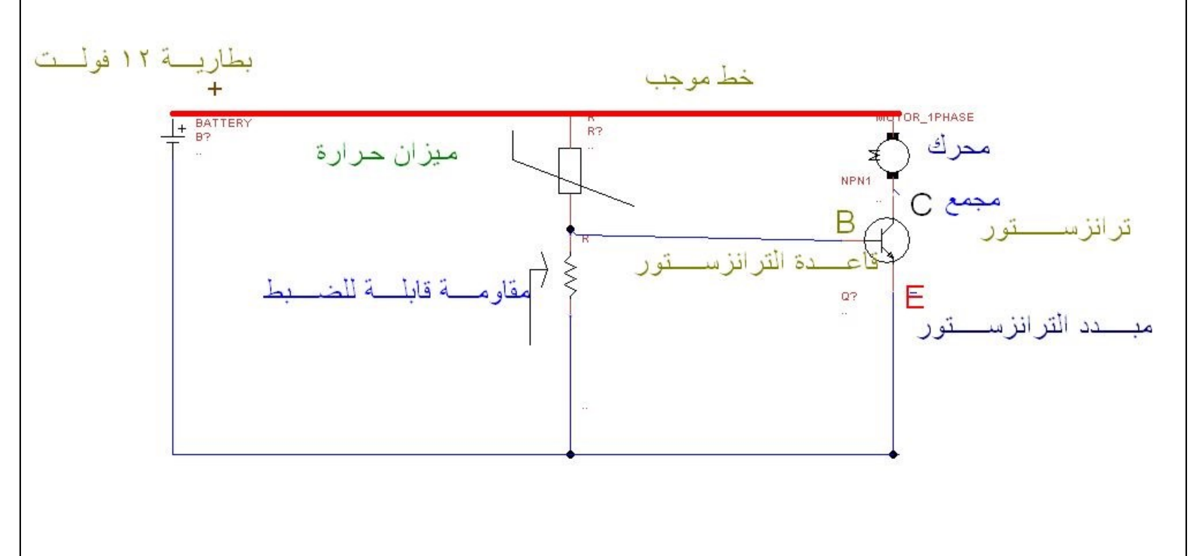
يتحرك الجهد من موجب البطارية إلى محرك المروحة غير أنه لا يتمكن من تشغيل المروحة لأن الدارة مقطوعة عند الترانزستور لأن الترانستور في حالة قطعٍ للدارة.



سير جهد التحكم

يتحرك الجهد من موجب البطارية إلى ميزان الحرارة الإلكتروني ثم يتجه إلى المقاومة القابلة للضبط فإذا كانت درجة الحرارة مناسبة فإن المقاومة القابلة للضبط ترسل شارة البدء إلى قاعدة الترانزستور و تمر تلك الشارة إلى المبدد ليتم تبديدها في أرضي الدارة (سالب البطارية).

إن مرور شارة البدء في ما بين قاعدة و مبدد الترانزستور يؤدي إلى فتح بوابة الترانزستور و هو الأمر الذي يسمح لتيار تغذية الحمل بالمرور من موجب البطارية إلى محرك المروحة وصولاً إلى مجمع الترانزستور و منه إلى مبدد الترانزستور الذي يبدد التيار الراجع في أرضي الدارة (سالب البطارية) فتكتمل الدارة و يدور المحرك.



الدارات المدمجة

Integrated Circuits IC

دارة التوقيت المدمجة 555 .



الاستخدامات: تستخدم هذه الدارة في جعل المصابيح تومض كما تستخدم في جعل مكبرات الصوت تصدر أصواتاً.

555 IC's Data Sheet

يتراوح جهد هذه الدارة ما بين 4.5 و 15 فولت.

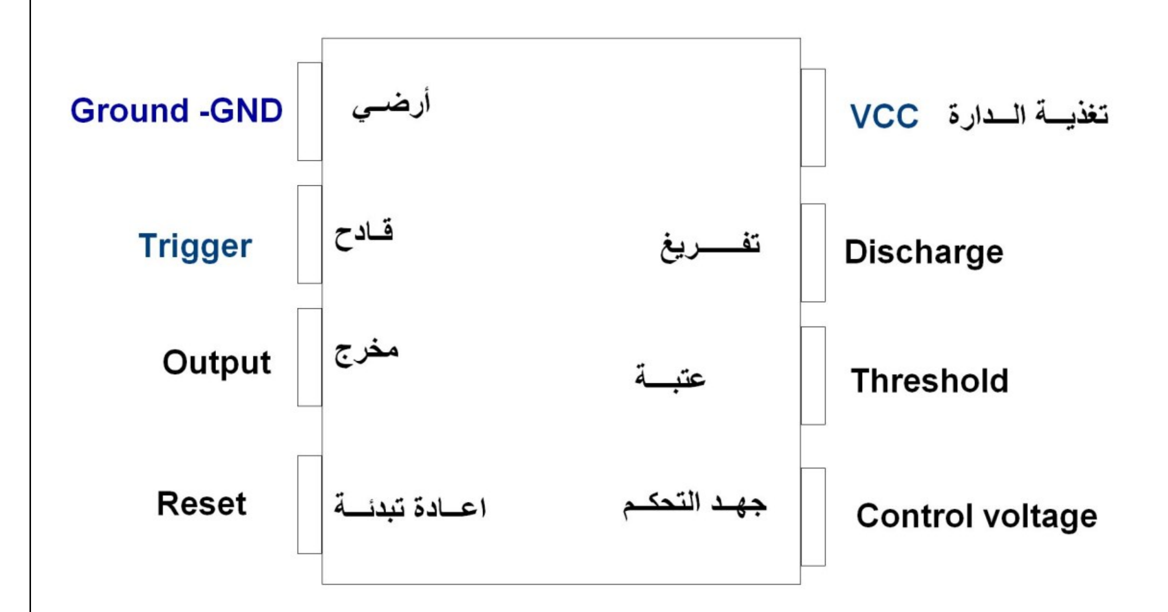
لدارة التوقيت 555 ثمانية أوتاد أو 8 أرجل يتم عدها بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة ابتداءً من جهتها العلوية اليسرى.

الوتد الأول 1 أرضي GND -Ground : يجب ان يتم وصلها بارضي الدارة أو بالقطب السالب لمصدر الجهد (البطارية مثلاً).

الوتد 8 هو وتد التغذية V_{cc} و يجب ان يتم وصله بالقطب الموجب للبطارية أو مصدر الجهد و يجب أن يحصل على تغذية تتراوح ما بين 4.5 و 15 فولت.

يمكن أن يدعى وتد التغذية بالاسم V_{DD}

تقوم دارة التوقيت بجعل مخرجها ينفتح و ينغلق بشكلٍ متوالي و هو الأمر الذي يستفاد منه في جعل الأضواء تومض أو في توليد ترددات صوتية.



كيف يمكن التحكم بتردد مخرج دارة التوقيت 555 ؟

في الدارة الملحقة بدارة التوقيت المدمجة 555 يكون لدينا مقاومتين و مكثف و هذه العناصر تكون متصلةً مع بعضها البعض على التوالي(التسلسل) .

إن قيم العناصر الثلاثة السابقة هي التي تحدد تردد مخرج دارة التوقيت 555 و فق المعادلة التالية:

$$\text{Freuency}=\frac{1.44}{(R1+R2+R2)\times C1}$$

تردد مخرج دارة التوقيت 555 يساوي الرقم الثابت 1.44 مقسوماً على ناتج جمع المقاومة الأولى زائد المقاومة الثانية زائد المقاومة الثانية ضرب سعة المكثف.

لنفترض بأن قيمة المقاومة الأولى هي 300KΩ أوم مثلاً (300 كيلو أوم) و أن قيمة المقاومة الثانية 20KΩ أي 20 كيلو أوم و أن سعة المكثف 20 نانو فاراد 20nF

فما هو تردد مخرج دارة التوقيت555 ؟

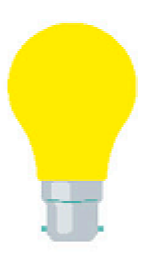
إن تردد مخرج دارة التوقيت المدمجة 555 يساوي :

$$\text{Frequency}=\frac{1.44}{(300k\Omega+20k\Omega+20k\Omega)\times 40nF}$$

ننفذ عملية الجمع:

300kΩ+20KΩ+20KΩ=340KΩ

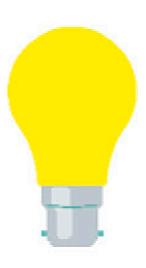
$$\text{Frequency}=\frac{1.44}{340K\Omega\times 40nF}$$



طبعاً قبل أن نتابع لا ننسى بأن القوانين الفيزيائية تعمل وفق وحدات قياس محددة فلا يجوز لي أن أدخل قيمةً ما كما وردت دون أن أقوم بتحويلها إلى الوحدة التي يعمل عليها ذلك القانون أو تلك المعادلة، و على سبيل المثال لا يجوز لي ان أدخل القيمة 20KΩ (20 كيلو أوم) كما هي لأن هذه المعادلة تعمل على وحدة الأوم و ليس على وحدة الكيلو أوم و لذلك فإنني أكتب القيمة 20KΩ (20 كيلو أوم) بوحدة الأوم أي 20 ألف أوم 20000Ω، ولا يجوز لي أن أدخل القيمة $40nF$

40 نانو فاراد كما هي لأن هذه المعادلة مصممة حتى تتعامل مع وحدة الفاراد و ليس مع وحدة النانو فاراد و لذلك يتوجب علي أن أعبر عن القيمة 40 نانو فاراد بوحدة الفاراد و بما أن النانو فاراد أقل من الفاراد فيجب أن أعبر عن هذه القيمة برقمٍ عشري.

$$\text{Frequency}=\frac{1.44}{340K\Omega\times 40nF}$$



نقوم بتحويل الوحدات :

340 كيلو أوم تساوي 340 ضرب 1000 يساوي 340 ألف أوم.

340×1000=340000kΩ

بما أن الكيلو يساوي 1000 فإن 340 كيلو أوم تساوي 340 ألف أوم.

40nF أي 40 نانو فاراد و بما أن هذه المعادلة لا تتعامل إلا مع وحدة الفاراد و ليس مع وحدة النانو فاراد فإننا نقوم بتحويل النانو فاراد إلى فاراد و النانو -nano كما نعلم تساوي

9- ^ 10 أي عشرة مرفوعة للقوة السلبية ناقص 9 و هي تساوي 1000000000 أي أننا عند التحويل من نانو فاراد إلى فاراد فإننا نقسم على 1000000000 فنقول بأن 40 نانو فاراد تساوي :

40÷100000000=0.00000004

لاحظ كيف أننا عند التحويل من كيلو أوم إلى أوم فإننا ضربنا بألف لأن الكيلو أوم أكبر من الأوم حيث أن كل 1 كيلو أوم يساوي ألف أوم ، بينما عند التحويل من نانو فاراد فإننا قمنا بإجراء عملية قسمة فقمنا بالقسمة على مئة مليون لأن النانو فاراد أقل من الفاراد بمئة مليون مرة.

الآن تصبح معادلتنا على الصورة التالية :

$$\frac{1.44}{340000\Omega\times0.0000000004F}=1.44\div0.0136=105.9$$

أي ان تردد الدارة السابقة يبلغ 105.9 هرتز في الثانية اي أن مخرج هذه الدارة يفتح و يغلق نحو106 مرة في الثانيةالواحدة.

أوتاد أو أرجل دارة التوقيت 555 :

الوتد 1 أرضي.

الوتد 2 قادح

الوتد 3 مخرج الدارة

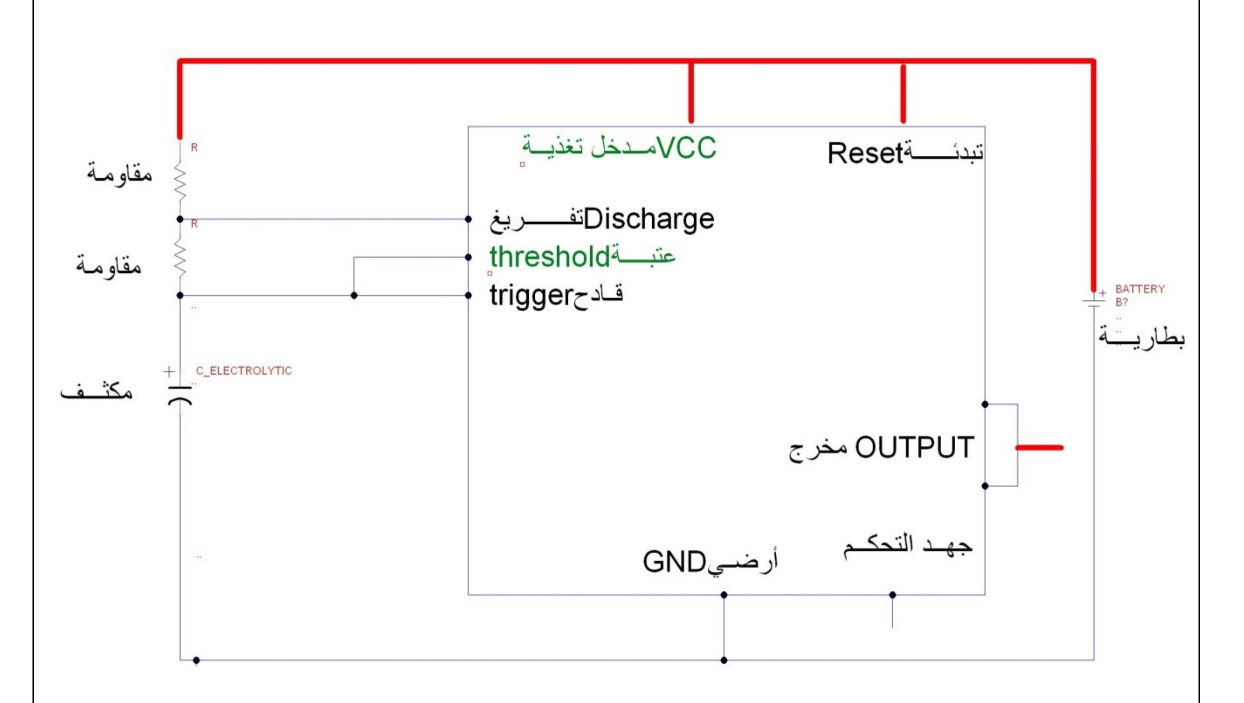
الوتد 4 أعادة تبدئة (تصفير).

الوتد الثامن 8 جهد تغذية الدارة:

الوتد السابع 7 تفريغ

الوتد السادس (العتبة)

الوتد الخامس 5 جهد التحكم



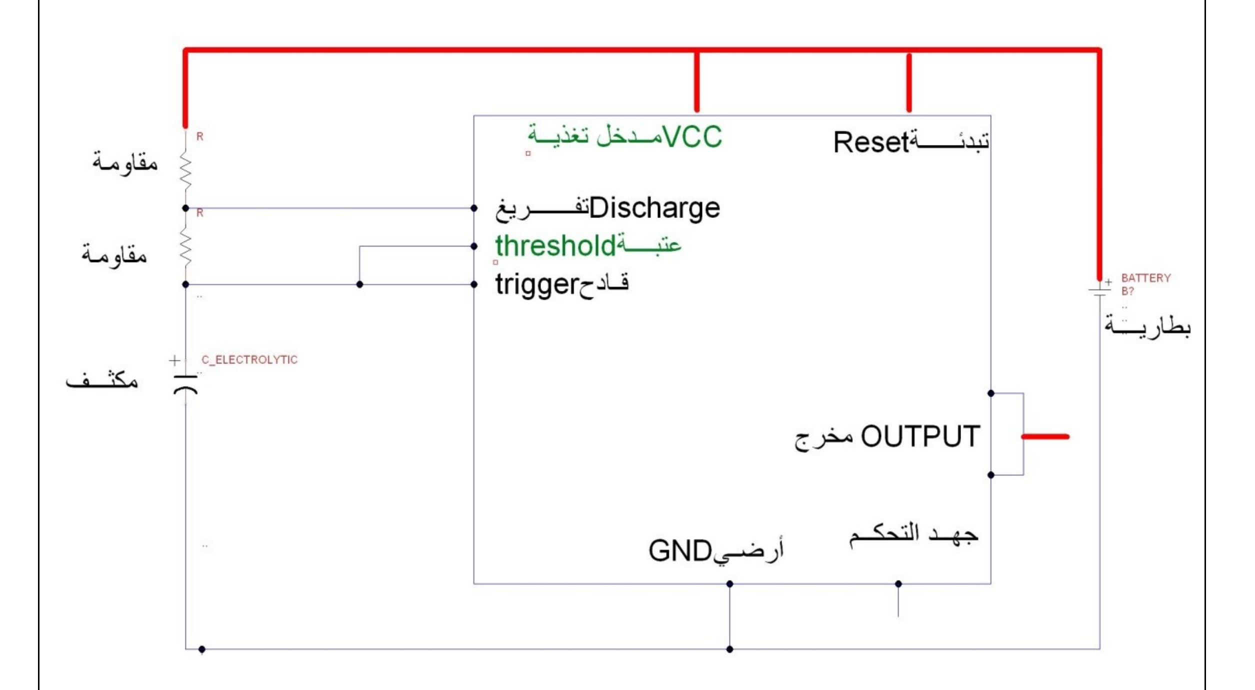
كيف نصل دارة التوقيت 555 بمصدر الجهد في الدارة؟

تحتاج دارة التوقيت 555 إلى جهدٍ يتراوح ما بين 4.5 و 15 فولت .

نصل مصدر الجهد (بطارية مثلاً) بشكلٍ مباشر بالوتدين الرابع و الثامن :الوتد الرابع هو وتد إعادة تبدئة أو إعادة تشغيل دارة التوقيت 555 أما الوتد الثامن فهو فهو وتد تغذية دارة التوقيت بالجهد.

لا نقوم أبداً بوصل مخرج دارة التوقيت out put بمصدر الجهد لأن مخرج دارة التوقيت هو الطرف الذي يقوم بتشغيل الحمل الذي نصله بدارة التوقيت.

لا نقوم بوصل مخرج التحكم بالجهد control voltage بمصدر الجهد.



سير الجهد

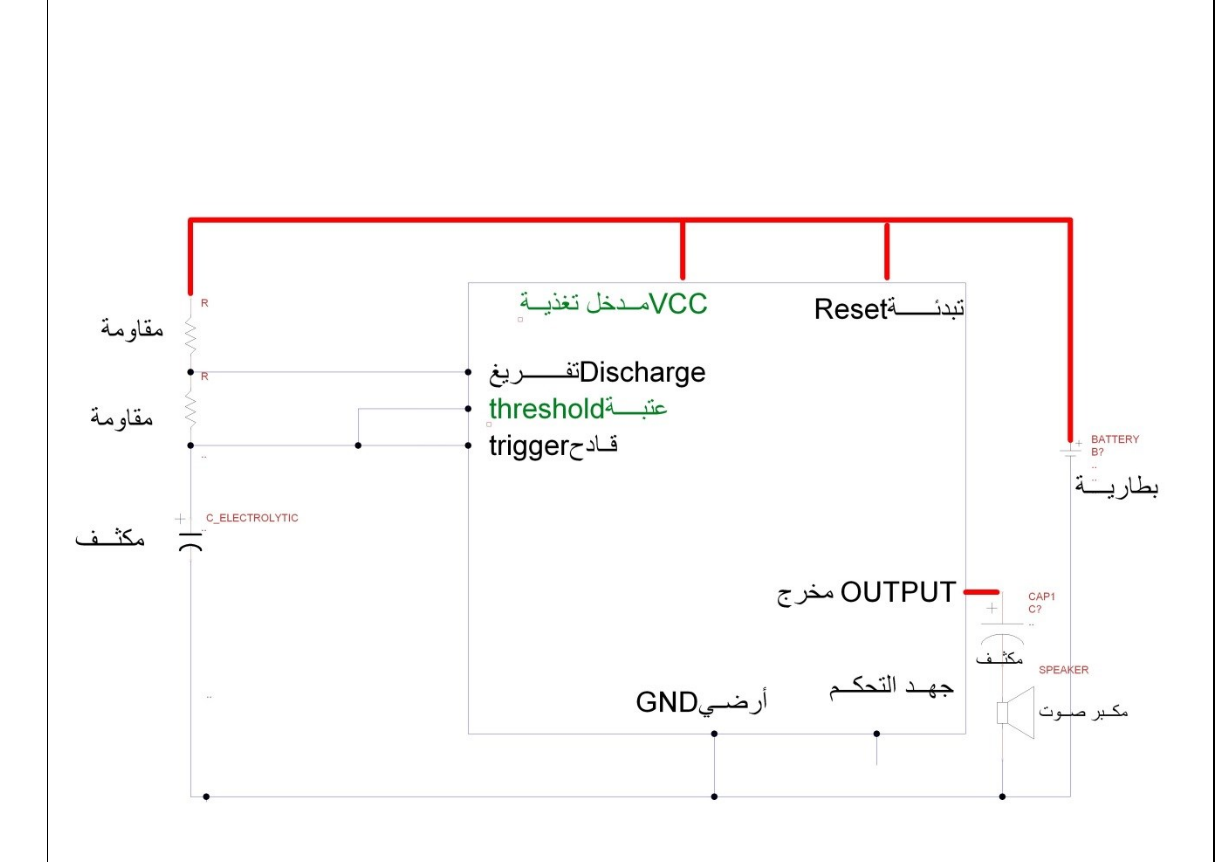
يخرج الجهد من موجب مصدر الجهد و لتكن بطارية جهدها 12 فولت مثلاً ثم يمر كما هو على وتد إعادة التبدئة reset (التصفير أو إعادة التشغيل) ثم يمر الجهد كما هو إلى وتد تغذية دارة التوقيت V_{CC} و بعد ذلك يمر الجهد إلى مقسم جهد و هما عبارة عن مقاومتين R_1 و R_2 متصلتين مع بعضهما البعض على التوالي(التسلسل) و من بينهما يدخل الجهد إلى وتد التفريغ Discharge .

تذكر دائماً بان التفريغ يكون مرتبط" دائماً بالمقاومات التي تقوم بتفريغ الشحنة.

و بعد هاتين المقاومتين يمر الجهد إلى وتدي العتبة threshold و القادح threshold.

ثم يمر الجهد إلى مكثفٍ متصلٍ على التوالي مع المقاوتين ثم تكتمل الدارة بعد ذلك بالقطب السالب لمصدر الجهد أي القطب السالب للبطارية.

و بالطبع فإننا نصل أرضي دارة التوقيت 555 أي الوتد Ground–GND بالقطب السالب لمصدر الجهد أو بأرضي اللوحة.



بما أن المقاومتين و المكثف هما المسئولتين عن تحديد تردد دارة التوقيت فإن طرفي العتبة و القادح هما المسئولين كذلك عن ضبط ترد دارة التوقيت 555.

ما هو حمل دارة التوقيت 555 ؟

غالباً ما يكون حمل دارة التوقيت 555 ضوءاً نصله بمخرج هذه الدارة حتى نجعله يومض وفق ترددٍ معين أو مكبر صوت نصله بمخرج هذه الدارة حتى نجعله يصدر صوتاً معيناً.

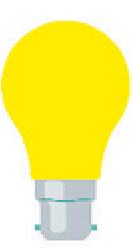
كيف نصل حمل إلى دارة التوقيت 555 ؟

نصل الطرف الموجب للحمل بمخرج دارة التوقيت و نصل الخط السالب للحمل بالطرف السالب لمصدر الجهد(البطارية مثلاً) .

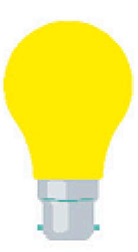
ليكن الحمل لدينا هو مكبر صوت .

نقوم دائماً بتركيب الدارات المتكاملة بحيث تكون العلامة الموجودة عليها متجهةً نحو أعلى اللوحة.

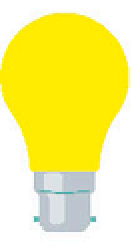
ملاحظة هامة



إذا قمنا بوصل الحمل (و ليكن مكبر صوت مثلاً) مباشرةً إلى مخرج دارة التوقيت 555 فإن تياراً كبيراً قد يتدفق إليه و قد يؤدي هذا التيار الكبير إلى تلف كلٍ من الحمل و دارة التوقيت و لذلك فإننا نقوم دائماً بوصل الحمل إلى مخرج دارة التوقيت إما عن طريق مقاومة أو عن طريق مكثف حيث نصل المقاومة أو المكثف على التوالي(التسلسل) مع الحمل أي بين مخرج دارة التوقيت و الحمل.



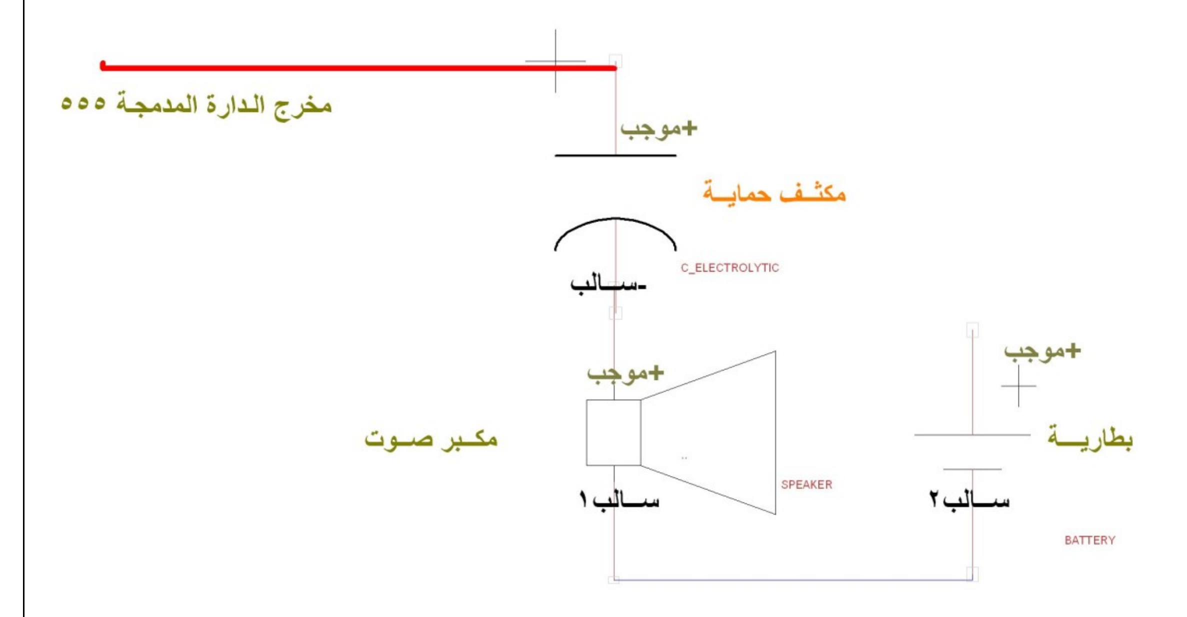
إذا قمنا بوصل المكثف إلى تيارٍ متردد AC فإن المكثف سيتصرف عندها كمقاومة ،أما إذا وصلنا المكثف إلى تيارٍ مستمر DC (كتيار البطارية) فإن المكثف سوف يمنع التيار الكهربائي من العبور و لكنه سوف يسمح فقط للترددات (الترددات الصوتية مثلاً) بالمرور إلى مضخم الصوت.



إن المكثف الذي يستخدم مع التيار المستمر DC و الذي يمنع مرور التيار ولا يسمح إلا للترددات بالعبور يدعى بمكثف الاقتران Coupling Capacitor .

و لتكن سعة مكثف الاقتران في هذه الدارة 10 مايكرو فاراد مثلاً و ليكن كذلك مكثفاًً قطبياً أي له قطبٌ موجب و قطبٌ سالب.

نقوم بوصل موجب مكثف الاقتران بمخرج دارة التوقيت 555 بينما نقوم بوصل قطبه السالب على التوالي(التسلسل) إلى القطب الموجب لمكبر الصوت ثم نصل القطب السالب لمكبر الصوت بالقطب السالب لمصدر الجهد(البطارية مثلاً).



إن الدارة السابقة سوف تصدر صوتاً و لكنه قد لا يكون صوتاً جميلاً و حتى نضبط دارة التوقيت 555 على إصدار صوتٍ موسيقي جميل نقي لابد لنا من ضبط التردد و الأمر لا يستدعي القيام بتغيير المقاومتين أو المكثف –إن كل ما يتطلبه الأمر هو القيام باستبدال المقاومة الثابتة بمقاومةٍ متغيرة قابلة للضبط بحيث نقوم بضبط تردد دارة التوقيت 555 من خلالها للحصول على صوتٍ موسيقي جميل.

و لتحويل الدارة السابقة إلى آلةٍ موسيقية فإننا نضع زراً عند القطب الموجب للبطارية بحيث أن هذه الدارة لا تصدر صوتاً إلا عند الضغط على هذا الزر ،ثم إننا نستبدل كلتا المقاومتين بمقاومةٍ متغيرة و نصلها بمنفذ تفريغ شحنة الدارة المدمجة discharge على أن نضع قبلها مقاومة حماية و لتكن قيمتها 1 كيلو أوم .

تحل المقاومة المتغيرة محل كلا المقاومتين في الدارة .

R

مقاومــة حمايــة

R

Discharge وتــد تفــريغ شــحنة الــدارة المدمجــة ٥٥٥

مقاومـــة متغــيرة

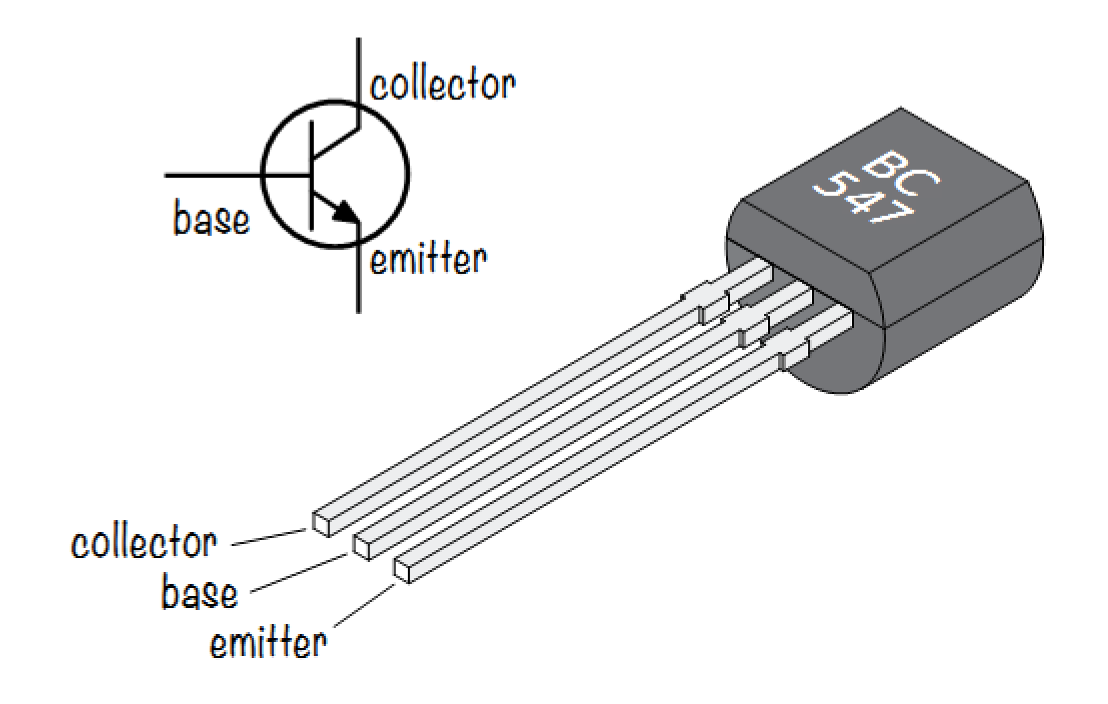
ترانزستورات **NPN**

هنالك نوعين من الترانزستورات الثنائية القطب و هي ترانزستورات PNP و ترانزستورات **NPN .**

يشير الحرف N إلى الشحنة السلبية بينما يشير الحرف **P** إلى الشحنة الإيجابية .

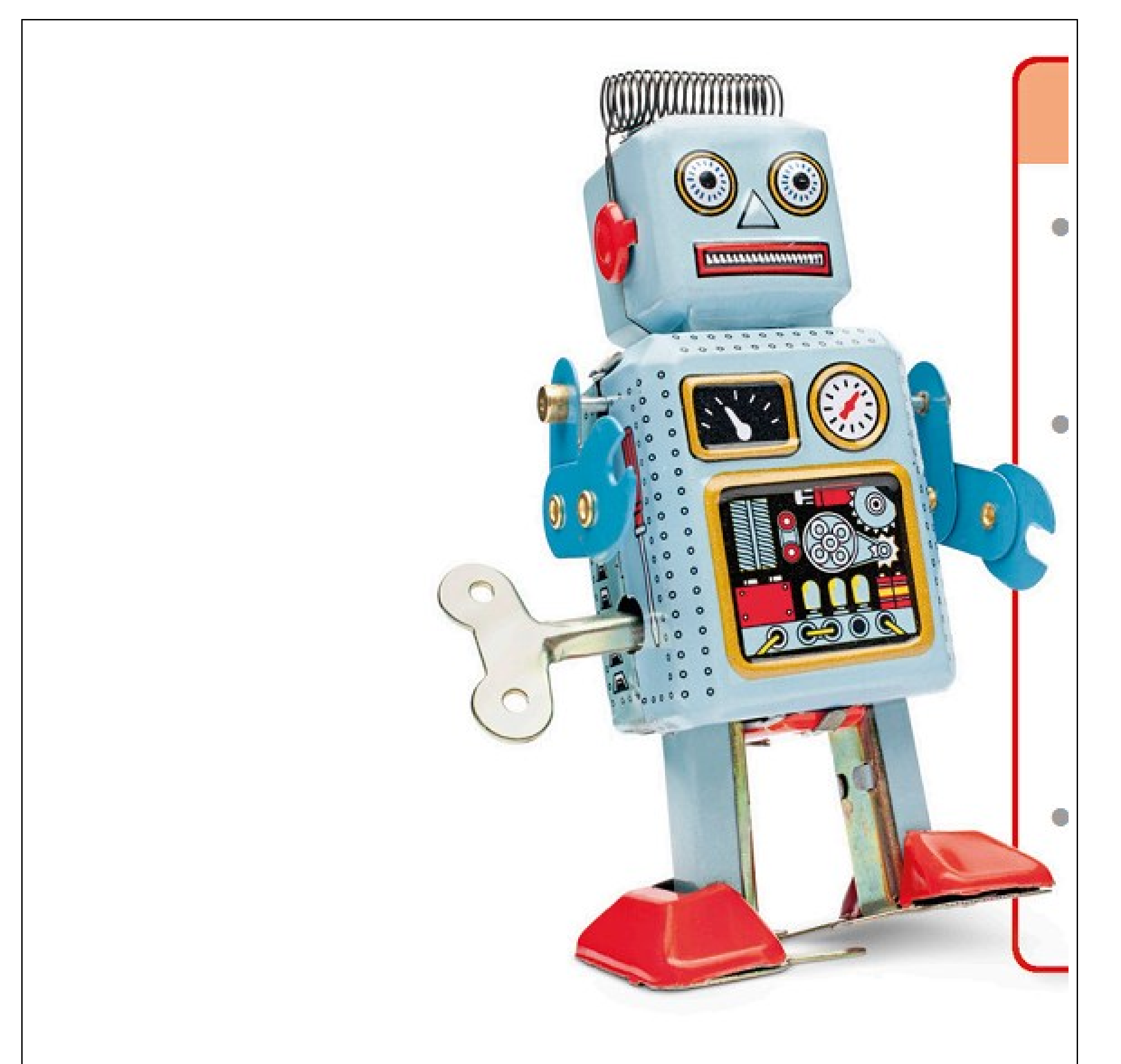
تعتبر ترانزستورات NPN الأوسع انتشاراً اليوم بسبب انخفاض تكلفتها و سهولة تركيبها.

يتم توصيل ترانزستورات NPN غالباً بحيث يكون مبددها emitter متصلٌ بأرضي الدارة و بحيث يكون مجمعها collector متصلٌ بالقطب الموجب.



الفاراد **farad** ['færæd]

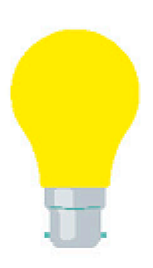
الفاراد هي وحدة قياس السعة في المكثفات و هي تعادل شحنة مقدارها كولومب coulomb على كل صفيحة من صفيحتي المكثف مع فارق جهدٍ يبلغ فولت واحد بين صفيحتي المكثف.



المنطق و الدارات المنطقية و الذكاء الاصطناعي

كما وعدتكم بالنسبة لشرح آلية عمل الترانزستورات و طريقة تركيبها في الدارة فإنكم في نهاية هذه الفقرة سوف تستوعبون مفهوم البوابات المنطقية بصورة كاملة بإذن الله.

الاستنتاج المنطقي هو الاستنتاج الذي يتم التوصل إليه بناءً على مقدماتٍ صحيحة سواءً أكانت تلك المقدمات مثبتةً أو منفية.



المقدمة المنطقية الأولى

IF (إذا ــلو)

لو كانت لدي سيارة .

المقدمة المنطقية الثانية

AND و

و إذا كان لدي وقود

Then إذاً ــالنتيجة

إذاً فإنني استطيع أن أسافر بتلك السيارة.

إذا كان لدي مال (الشرط الأول)

و إذا كان لدي وقت فراغ (الشرط الثاني أو المقدمة المنطقية الثانية)

إذاً كنت ذهبت في رحلةٍ سياحية حول العالم(نتيجة منطقية).

A AND B THEN C

يستخدم الكمبيوتر منظومة عملياتٍ منطقية للوصول إلى نتائج منطقية من مقدماتٍ منطقية صحيحة سواءً اكانت تلك المقدمات مثبتةً أو منفية و تلك المنظومة تدعى بالمنطق البوليني Boolean Logic حيث يتعامل المنطق البوليني مع قيمتين اثنتين فقط هما صح و خطأ أي واحد و صفر فإذا اعتبرنا بأن المقدمة الأولى A و المقدمة الثانية B فإن النتيجة المنطقية C و بذلك فإن بإمكاننا أن نعبر عن هذه العملية المنطقية رياضياً بالصورة التالية:

A AND B =C

آ و ب =سي

المقدمة المنطقية A و المقدمة المنطقية B تساويان النتيجة C.

علينا الانتباه إلى ان حرف العطف AND (و) لا يعني فقط عملية جمع مقدمتين و إنما فإنه يعني كذلك عملية طرح كما في المثال التالي:

المقدمة المنطقية الأولى:

ليست لدي سيارة.

المقدمة الثانية :

لدي حذاء

النتيجة المنطقية للمقدمتين المنطقيتين الأولى و الثانية: أنا إذاً استطيع الذهاب سيراً على الأقدام.

المقدمة المنطقية (ليست لدي سيارة) هي عبارة منفية تماثل عملية طرح أي و كأني اقول :

ناقص سيارة و زائد حذاء تساوي الذهاب سيراً على الأقدام.

-سيارة+حذاء=السير مشياً

المقدمة المنطقية الأولى : انا لدي سيارة.

المقدمة المنطقية الثانية: ليس لدي وقود.

النتيجة المنطقية: لا أستطيع تشغيل السيارة.

أنا لدي سيارة(و) ليس لدي وقود(إذاً) فإنني لا استطيع تشغيل السيارة.

هذه هي الطريقة التي يفكر بها الكمبيوتر أي طريقة المعادلات المنطقية Logic Equations .

عندما تكون المقدمتين المنطقيتين صحيحتين (و ليس غير منفيتين) تكون النتيجة صحيحة (و ليس غير منفية).

انتبه جيداً إلى أن كلمة صحيحة لا تعني غير منفية فالمقدمة المنطقية (ليست لدي سيارة) أو (ليس لدي وقود) هما مقدمتين صحيحتين و إن كانتا منفيتين.

Tru+Tru=C

C=TRUE

في العلاقة:

A AND B=C

المقدمة المنطقية الأولى A (انا الفت كتاباً).

المقدمة المنطقية الثانية B (صديقي لديه دارٌ للنشر).

إذاً then النتيجة انني استطيع ان انشر كتابي.

الآن سوف نتعلم بطريقةٍ لن ننساها أبداً الاحتمالات المنطقية لبوابة الضم AND كما يراها الكمبيوتر و يتعامل معها .

المقدمة الأولى خاطئة (صفر) ليس لدي كتابٌ اي أنني لم اقم بتاليف كتاب.

المقدمة الثانية خاطئة (صفر) صديقي لا يمتلك دار نشر.

إذاً then تكون النتيجة خاطئة منطقياً و سلبية و غير متحققة :

ليس لدي كتاب و لم أؤلف كتاباً و ليس هنالك من ينشر كتابي إذاً فإن الكتاب (الذي لا وجود له أصلاً) لن يجد طريقه للنشر.

A(untrue) AND B(untrue) then Q(Untrue)

A (غير حقيقية) و B (غير حقيقية) إذاً فإن النتيجة Q(غير حقيقية).

إذا كانت كلتا المقدمتين المنطقيتين خاطئتين فإن النتيجة ستكون خاطئةً حكماً.

الآن إذا كانت المقدمة الأولى خاطئة و إذا كانت المقدمة الثانية صحيحة فكيف ستكون النتيجة المنطقية؟

المقدمة المنطقية الأولى خاطئة : لم أؤلف كتاباً (صفر)

المقدمة المنطقية الثانية صحيحة : صديقي صاحب دار نشر (واحد).

النتيجة المنطقية خاطئة(صفر) ليس لدي كتاب و لم أولف كتاباً و لذلك حتى و إن كان صديقي صاحب دار نشر فليس لدي كتابٌ لينشره لي.

إذا كانت المقدمة المنطقية الأولى صحيحة(واحد) و كانت المقدمة المنطقية الثانية خاطئة(صفر) فالنتيجة ستكون خاطئة سلبية و غير محققة :

المقدمة المنطقية الأولى الصحيحة الإيجابية المحققة (أنا ألفت كتاباً).

المقدمة المنطقية الثانية الزائفة و الغير صحيحة و الغير محققة (صديقي ليس صاحب دار نشر).

النتيجة زائفة سلبية و غير محققة (كتابي الذي الفته لن يجد طريقه للنشر) لأن صديقي ليس لديه دار نشر.

إذا كانت كلتا المقدمتين صحيحتين فإن النتيجة ستكون صحيحة:

المقدمة المنطقية الأولى الصحيحة (أنا ألفت كتاباً).

المقدمة المنطقية الصحيحة الثانية(صديقي صاحب دار نشر)

النتيجة المنطقية (كتابي سيجد طريقه للنشر).

و بذلك نكون قد أتقنا استخدام الاحتمالات المنطقية لبوابة الضم AND المنطقية بطريقةٍ لن ننساها حتى آخر يومٍ في حياتنا.

ما الذي يقوم بتنفيذ هذه العمليات المنطقية داخل الكمبيوتر؟

تقوم بتنفيذ هذه العمليات المنطقية داراتٌ الكترونية متخصصة تعرف بالبوابات المنطقية Logic Gates و هذه البوابات تتعامل مع حالتين فقط و هما (صح) و (خطأ) أي واحد و صفر أي التيار متصل 1 او التيار مقطوع (صفر).

و هنالك دارةٌ الكترونية تعرف ببوابة الضم أو (بوابة أند) And Gate و لهذه الدارة أو البوابة المنطقية مدخلين منطقيين أي مقدمتين منطقيتين غير ان لها مخرجاً واحداً و هو النتيجة المنطقية.

و باختصارٍ شديد فإن نتيجة عملية الضم المنطقية تكون محققةً و إيجابية في حالةٍ واحدة و هي ان تكون كلا المقدمتين المنطقيتين A و B محققتين و إيجابيتين .

أما إذا كانت إحدى هاتين المقدمتين الاثنتين خاطئة و غير محققة و سلبية فإن النتيجة المنطقية لعملية الضم ستكون خاطئةً حكماً و سلبيةً و غير محققة أي (صفر).

انا لدي سيارة (1) و لدي وقود (1) ← إذاً فإنني أستطيع السفر بالسيارة.

انا لدي سيارة(1) و ليس عندي وقود(صفر)← إذاً فإنني لن أستطيع السفر بالسيارة(صفر).

أنا ليست لدي سيارة(صفر) و عندي وقود(واحد) ←إذاً انا لن استطيع السفر بالسيارة لأنه لا وجود لها أصلاً(صفر).

انا ليست لدي سيارة(صفر) و ليس لدي وقود(صفر) إذاً فإنني لن أستطيع ان أسافر بالسيارة(صفر).

طبعاً إذا قلت لي بأن هنالك سيارةٌ اخرى غير هذه السيارة فيجب عندها أن تكون لتلك السيارة الخرى محاكمةٌ منطقية أخرى خاصةً بها .

يمكننا تلخيص العمليات المنطقية السابقة في جدولٍ يدعى بجدول الحقيقة truth table.

إن جدول الحقيقة الخاص ببوابة الضم And Gate:

Q=A AND B

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

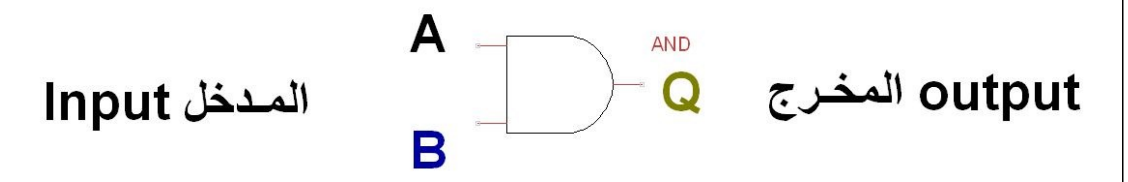
الصفر يعني عدم صحة و عدم تحقق المقدمة أو النتيجة المنطقية.

الواحد يعني صحة و تحقق المقدمة أو النتيجة المنطقية.

Q النتيجة المنطقية	B المقدمة المنطقية الثانية	A المقدمة المنطقية الأولى
0 خاطئة و غير متحققة	0 خاطئة و غير متحققة	0 خاطئة و غير متحققة
0 خاطئة و غير متحققة	1 صحيحة و متحققة	0 خاطئة و غير متحققة
0 خاطئة و غير متحققة	0 خاطئة و غير متحققة	1 صحيحة و متحققة
1 صحيحة و متحققة	1 صحيحة و متحققة	1 صحيحة و متحققة

رمز دارة أو بوابة الضم المنطقية .

الحالة الوحيدة التي يتفعل فيها مخرج بوابة الضم هي عندما يتفعل كلا مدخليها أي عندما يصل التيار الكهربائي من كلا مدخليها أي عندما تكون كلا المقدمتين صحيحتين و متحققتين عند ذلك فقط فإن مخرج دارة الضم يتفعل و يصدر شارةً كهربائية تفيد بأن نتيجة عملية الضم المنطقية صحيحة.



و بذلك نكون قد تعلمنا خصائص بوابة الضم بصورة لن ننساها ابداً و أصبح بإمكاننا الانتقال إلى تعلم بواباتٍ منطقيةٍ أخرى.

بوابة الاختيار OR gate

في حالة بوابة الاختيار المنطقية OR فإنه في حال ما إذا كانت إحدى المقدمتين المنطقيتين صحيحة و متحققة أي في حال ما إذا كان أحد المدخلين صحيحاً فقط فإن النتيجة ستكون صحيحةً و متحققة و إيجابية ،أما إذا كانت كلا المقدمتين خاطئتين و غير محققتين و سلبيتين فإن النتيجة ستكون خاطئة(سلبية و غير متحققة).

إذا كنت تستطيع الحياة في أوروبا الغربية(1) أو استراليا(1) فستكون سعيداً(1).

أنت يستطيع العيش و الإقامة في كلٍ منهما.

إذا كنت تستطيع الحياة إما في أوروبا الغربية(1) أو في استراليا(0) فستكون سعيداً(1).

إذا كنت تستطيع الحياة إما في أوروبا الغربية(0) أو في استراليا(1) فستكون سعيداً(1).

يستطيع العيش و الإقامة في واحدة منهما فقط.

إذا كنت لا تستطيع العيش و الإقامة في أوروبا الغربية(0) أو (ولا) في أستراليا (0) فلن تكون سعيداً(صفر).

لا يستطيع العيش لا في أوروبا الغربية(صفر) ولا في أستراليا(صفر) و بذلك فإن النتيجة المنطقية (السعادة) لن تتحقق (صفر).

أوربا الغربية(واحد) أو استراليا(واحد) ←سعادة(واحد)

أوروبا الغربية(واحد) أو أستراليا (صفر)←سعادة (واحد)

أوروبا الغربية(صفر) أو أستراليا (واحد) ← سعادة(واحد)

أوروبا الغربية(صفر) أو أستراليا(صفر) ←سعادة(صفر).

جدول الحقيقة بالنسبة لبوابة الاختيار OR gate

A OR B=Q

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

الصفر يعني عدم صحة و عدم تحقق المقدمة أو النتيجة المنطقية.

الواحد يعني صحة و تحقق المقدمة أو النتيجة المنطقية.

A المقدمة المنطقية الأولى	B المقدمة المنطقية الثانية	Q النتيجة المنطقية
0 خاطئة و غير متحققة	0 خاطئة و غير متحققة	0 خاطئة و غير متحققة
0 خاطئة و غير متحققة	1 صحيحة و متحققة	1 صحيحة و متحققة
1 صحيحة و متحققة	0 خاطئة و غير متحققة	1 صحيحة و متحققة
1 صحيحة و متحققة	1 صحيحة و متحققة	1 صحيحة و متحققة

في حالة بوابة الاختيار OR تكفي مقدمة أو مدخلة واحدة صحيحة حتى تكون النتيجة صحيحة.

في حالة بوابة الاختيار OR فإن الحالة الوحيدة التي تكون فيها النتيجة خاطئة هي عندما تكون كلتا المقدمتين أو كلتا المدخلتين خاطئتين.لماذا؟

لأنه لو كانت لدينا في هذه المحاكمة المنطقية مدخلة واحدة صحيحة إيجابية متحققة فإن النتيجة ستكون صحيحةً إيجابية و متحققة.

إن بوابة الاختيار OR gate تمثل الحالة المعاكسة لحالة بوابة الضم AND التي مرت معنا سابقاً

.

مثال آخر على بوابة الاختيار:

إذا كانت لديك سيارة(واحد) أو شاحنة (واحد)فإن بإمكانك السفر(واحد).

لديه سيارة و شاحنة فإنه يستطيع السفر.

إذا كانت لديك سيارة(صفر) او شاحنة (واحد) فإن بإمكانك السفر(واحد).

ليس لديه سيارة و لكن لديه شاحنة و لذلك فإنه يستطيع السفر.

إذا كانت لديك سيارة(واحد) أو شاحنة(صفر) فإن بإمكانك السفر(واحد)

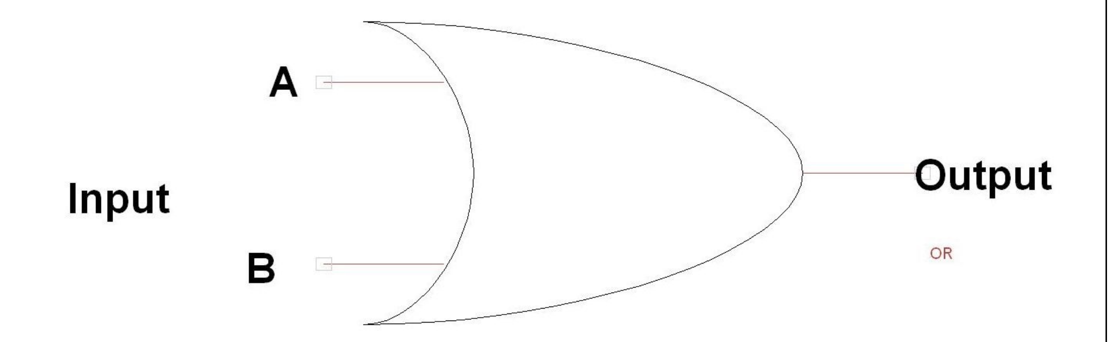
لديه سيارة و ليس لديه شاحنة و لذلك فإنه يستطيع السفر.

إذا كانت لديك سيارة(صفر) أو شاحنة(صفر)فإن بإمكانك السفر(صفر)

ليس لديه لا سيارة ولا شاحنة ولذلك فإنه لن يستطيع السفر.

في بوابة الضم AND تكون لدينا نتيجة إيجابية لايمكن تحققها إلا بتوفر شيئين أو شرطين اثنين.

أما في حالة بوابة الاختيار OR فإنه يكفي توفر شيءٌ واحد أو تحقق عاملٍ واحد حتى تتحقق تلك النتيجة.



بوابة النفي المنطقية NOT Gate

تدعى بوابة النفي المنطقية كذلك بالعاكس Inverter و لهذه البوابة مدخلٌ ومخرجٌ واحد كما أن وظيفتها في غاية البساطة حيث يكون خرجها دائماً معاكسٌ لمدخلها،فإذا كان مدخلها صحيحاً و متحققاً[واحد] فإن خرجها يكون خاطئ و غير متحقق[صفر] و العكس صحيح اي أن دخلها إذا كان خاطئاً و غير متحقق [صفر] فإن خرجها يكون صحيحاً و متحققاً [واحد].

غير أن الناتج يكون منفياً كذلك.

إنه ليس غنياً [صفر غني] إذاً فإنه فقير [واحد فقير]

إنه ليس فقيراً [صفر فقير] إذاً فإنه غني[واحد غني] .

إنه غني[واحد] إذاً فإنه [صفر فقير] .

إنه فقير [واحد فقير] إذاً فإنه [صفر غني].

إنه ليس عدداً فردياً [صفر عدد فردي] إذاً فإنه [واحد عدد موجب].

إنه عددٌ زوجي[واحد عدد زوجي] إذاً فإنه [صفر عدد فردي].

إنه وقح [وقح واحد] إذاً فإنه [صفر مؤدب]

إنه مؤدب[واحد مؤدب] إذاً فإنه [صفر وقح]

إنها ليست دولةً متقدمة[صفر دولة متقدمة] إذاً فإنها [واحد دولة متخلفة].

إنها دولةٌ متخلفة [واحد دولة متخلفة] إذاً فإنها [صفر دولة متقدمة]

إنها دولةٌ متقدمة[واحد دولة متقدمة] إذاً فإنها [صفر دولة متخلفة].

إنها ليست دولة متخلفة[صفر دولة متخلفة] إذاً فإنها [واحد دولة متقدمة].

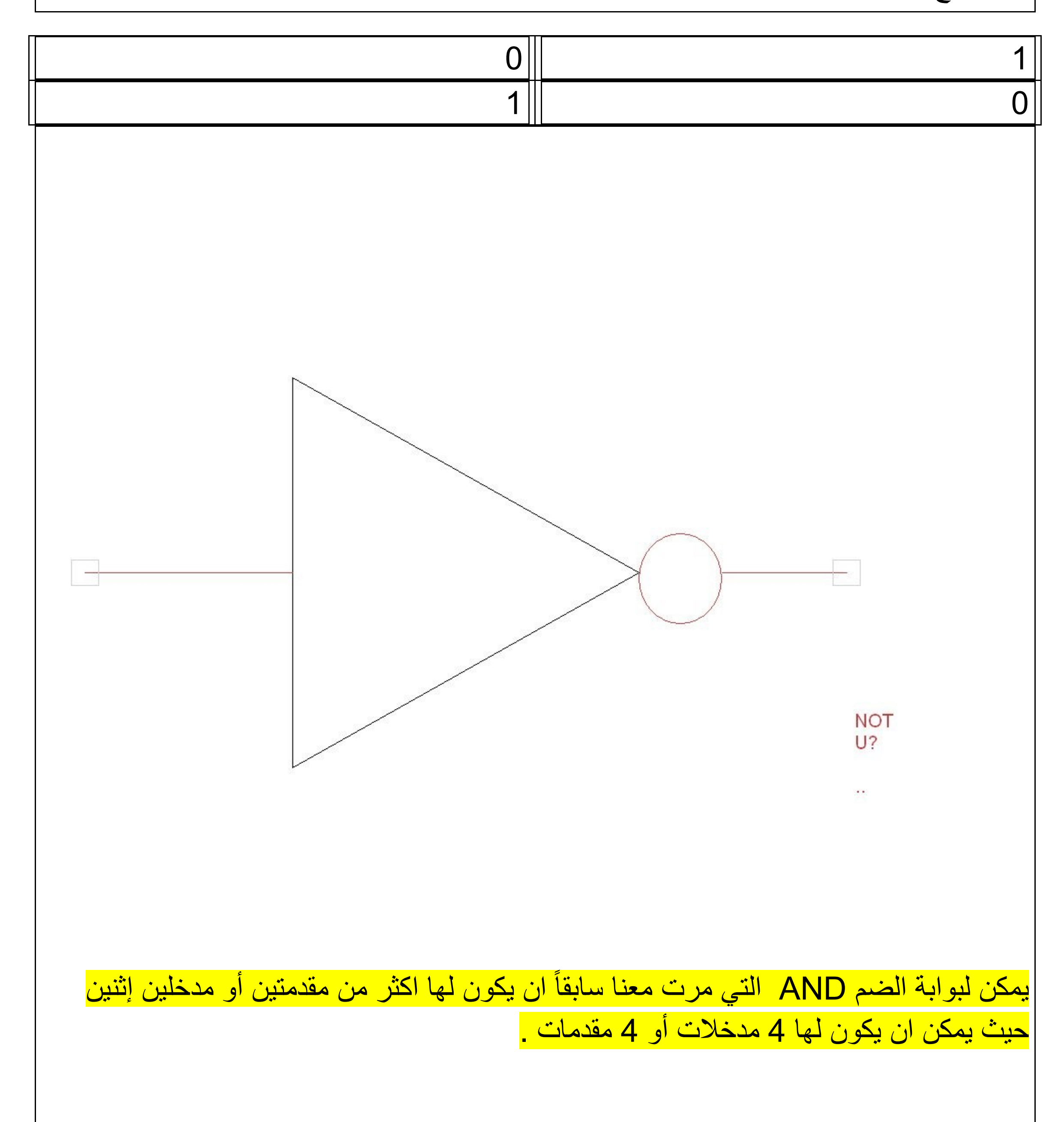
جدول الحقيقة بالنسبة لبوابة النفي المنطقية:

A Q =NOT A

يجب أن تكون النتيجة Q دائماً معاكسةً للمقدمة A.

جدول الحقيقة Truth table الخاص ببوابة النفي:

المخرج	المدخل
1	0
0	1



يمكن لبوابة الضم AND التي مرت معنا سابقاً ان يكون لها اكثر من مقدمتين أو مدخلين إثنين حيث يمكن ان يكون لها 4 مدخلات أو 4 مقدمات .

طبعاً فهي في نهاية المر بوابة ضم أي أنه لا يمكن أن تكون نتيجتها صحيحةً و متحققة إلا إذا كانت جميع مقدماتها المنطقية (جميع مدخلاتها) صحيحة و متحققة و إلا فإن نتيجتها المنطقية ستكون سلبية و غير متحققة[صفر] .

Q=A AND B AND C AND D

مثال:

أن تكون سعيداً في دولةٍ متقدمة يعني أن تمتلك عملاً جيداً و منزلاً محاطاً بحديقة و سيارةً جيدة و عائلة و لا يمكن تخيل السعادة دون تحقق هذه العوامل الأربعة.

المحاكمة المنطقية المبنية على الإقرار السابق:

ليس لديه منزلٌ محاطٌ بحديقة[صفر منزل محاط بحديقة]و ليس لديه سيارة[صفر سيارة] و ليس لديه عملٌ جيد[صفر عمل جيد] و ليس لديه عائلة[صفر عائلة] إذاً فإنه ليس سعيداً [صفر سعيد].

المدخلات الأربعة غير متحققة إذاً فإن النتيجة خاطئة و غير متحققة و لن يمرر مخرج الدائرة المنطقية أي جهدٍ كهربائي.

لديه منزلٌ محاطُ بحديقة [واحد منزل محاط بحديقة] و لديه سيارة جيدة[واحد سيارة] و لديه عملٌ جيد [واحد عمل جيد] و لديه عائلة [واحد عائلة] إذاً فإنه شخص سعيد[واحد سعيد].

المدخلات أو المقدمات المنطقية الأربعة متحققة إذاً فإن النتيجة صحيحة و متحققة ، و هذه هي الحالة الوحيدة التي في بوابة الضم المنطقية الرباعية التي تكون فيها النتيجة محققة.

الآن بالنسبة لبقية الاحتمالات إذا نقص أي عاملٍ اي إذا كانت واحدة من المقدمات الأربعة غير صحيحة و غير متحققة أي قيمتها الصفر فإن النتيجة لن تكون متحققة وستكون غير صحيحة

على سبيل المثال إذا نقصت السيارة الجيدة أو العمل الجيد أو المنزل المحاط بالحدائق أو العائلة فإن السعادة لن تتحقق.

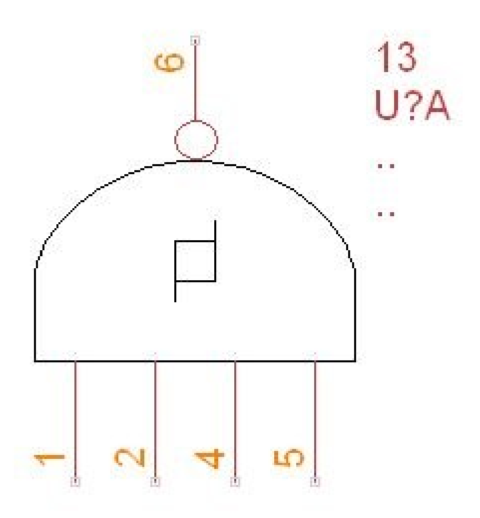
جدول الحقيقة بالنسبة لبوابة الضم الرباعية :

A	B	C	D	Q
1	1	1	1	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	1	1	0	0

1	1	0	0	0
0	0	1	1	0

يمكننا ان نتوسع في جدول الحقيقة بشكلٍ كبير جداً غير أن أي تركيبة لا تتحقق فيها المدخلات الأربعة و لا تكون مقدماتها الأربعة صحيحة فإن نتيجتها ستكون خاطئة أي ان نتيجتها ستكون الصفر.

يمكن ان تكون بوابة الضم الرباعية المداخل على الصورة التالية:



ما معنى ذلك ؟

معنى ذلك أن كل بوابة ثنائية لن ترسل شارة التحقق الإيجابية (واحد) إلا إذا كلتا مدخلتيها متحققتين و إيجابيتين و بذلك سوف تتم معاملة كل مدخلتين على أنهما مدخلةٌ واحدة لأنه إذا نقصت أي مدخلة فإن النتيجة ستكون صفراً .

و يمكن لبوابة الاختيار OR أن يكون لها اكثر من مدخلتين اثنتين غير أن نتيجتها المنطقية ستكون متحققة و صحيحة فقط إذا كانت واحدةً فقط من مقدماتها صحيحةً و متحققة.

من استخدامات البوابات المنطقية

مر معنا سابقاً بان تفعيل بوابة الضم يستدعي أن تكون جميع مدخلاتها صحيحة و متحققة أي أن تكون قيمتها واحد ، ولذلك يمكن استخدام دارة الضم المنطقية في إقفال منظومةٍ ما بكلمة سر أو شيفرة بحيث انه لا يمكن تفعيل تلك المنظومة إلا إذا تم إدخال الشيفرة السرية بصورةٍ صحيحة كاملةً فإذا كانت هنالك أي مدخلة خاطئة ، أي إذا كانت هنالك أي مدخلة قيمتها صفر فإن المنظومة لن يتم تفعيلها لأن بوابة الضم المنطقية لا تتفعل إلا إذا كانت جميع مدخلاتها صحيحة (واحد).

لنفترض مثلاً بأننا نريد إقفال منظومةٍ إلكترونية ما بكود أو شيفرة سرية و لتكن هذه الشيفرة 0110 المؤلفة من 4 بتات

.4-bit

بدايةً نمثل كل بت من البيتات الأربعة الموجودة في الكود 0110 بحرفٍ معين و ليكن مثلاً:

0=A

1=B

1=C

0=D

يتوجب علينا استخدام بوابة ضم رباعية المداخل لضم هذه البيتات الأربعة مع بعضها البعض في شيفرة سرية واحدة.

Q=A AND B AND C AND D

إذاً نقوم بضم البيتات السابقة السابقة عن طريق بوابة ضم .

و لكن ستكون لدينا مشكلة و هي أن لدينا في الشيفرة السابقة 0110 صفرين و كما مر معنا سابقاً فإن بوابة الضم لا تتفعل إلا إذا كانت جميع مدخلاتها صحيحة و متحققة أي أن تكون واحد 1.

إذاً فإن المشكلة تتمثل في أن لدينا بتين اثنين في الكود 0110 قيمتهما صفر و ليس واحد و هما البت الذي رمزنا له بالحرف A و البت الذي رمزنا له كيفياً بالحرف D.

فكيف نحل هذه الإشكالية؟

لحسن الحظ فإنه في المنطق البوليني Boolean Logic ليس هنالك إلا خيارين اثنين لا ثالث لهما و هما واحد و صفر (حقيقي و زائف) .

إذاً كيف نحول الصفر في بوابة الضم المنطقية إلى واحد حتى تتفعل تلك البوابة دون أن نغير الشيفرة السرية؟

علمنا سابقاً بأن لدينا بوابةً تقوم بتحويل كل قيمة إلى قيمةٍ معاكسة ،أي أنها تقوم بتحويل الواحد إلى صفر و الصفر إلى واحد و هذه البوابة المنطقية هي بوابة النفي المنطقية و هذه البوابة تقوم بتحويل القيمة إلى قيمةٍ معاكسةٍ لها و لكن دون أن تغير تلك القيمة لأن هذه البوابة تعكس القيمة ثم تنفيها فإذا أدخلت لها القيمة صفر فإن مخرجها سيكون (واحد منفي) و إذا أدخلنا إليها القيمة واحد فإن مخرجها سيكون القيمة (صفر منفي) (ليس صفر) و إذا أدخلنا إليها المفهوم (فقير) لم يكن مخرجها (غني) و إنما سيكون مخرجها (ليس فقير) ، و إذا ادخلنا إليها المفهوم (غني) فإن مخرجها سيكون (ليس فقيراً) أي أنها تقلب القيمة و تعكسها و لكنها بعد ذلك تقوم بنفي مقلوب تلك القيمة بعد ذلك أي أنها تحاقظ على جوهر تلك القيمة ، وعليه فإن بإمكاننا أن نستخدم بوابة النفي المنطقية لتحويل الصفر إلى واحد (منفي ب NOT) و بذلك يصبح بإمكاننا أن نقوم بتفعيل بوابة الضم لأن بوابة الضم AND لا تتفعل إلا عندما تكون جميع مدخلاتها (مقدماتها) متحققة و صحيحة (واحد) و لذلك فإننا نضع بوابتي نفي منطقيتين ضمن بوابة الضم فتتحول صيغة الضم السابقة:

Q=A AND B AND C AND D

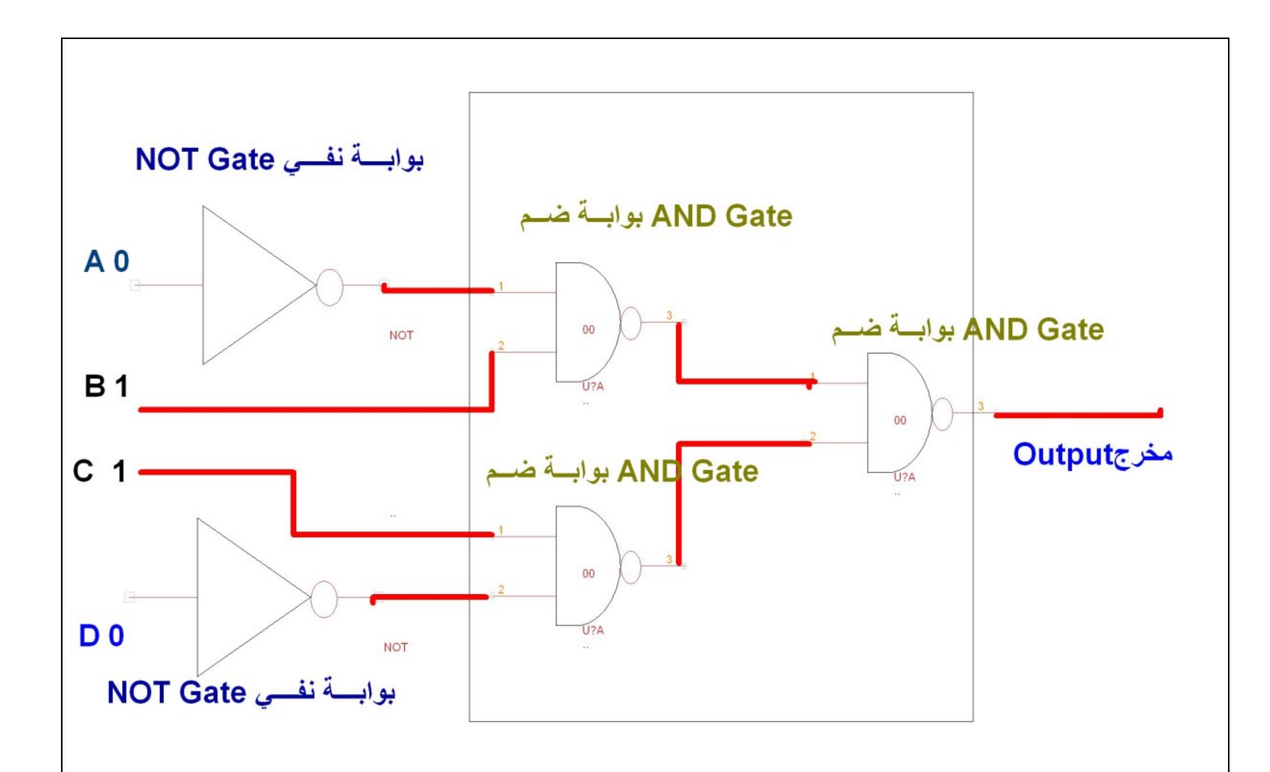
إلى الصيغة التالية:

Q=(NOT A) AND B AND C AND (NOT D)

Q=(NOT 0) AND 1 AND 1 AND (NOT 0).

إذاً فقد استخدمنا بوابتي نفي عند كلٍ من البت A الذي قيمته صفر و البت D الذي قيمته صفر و لذلك لتحويل الصفر إلى واحد حتى تتفعل بوابة الضم عند إدخال الشيفرة 0110 .

نقوم الآن بتنفيذ الصيغة السابقة على شكل دارة أو بوابة إلكترونية فتكون على الصورة التالية:



أين توجد البوابات المنطقية في الحياة الواقعية، أي أين نجد الدارات الإلكترونية المنطقية؟

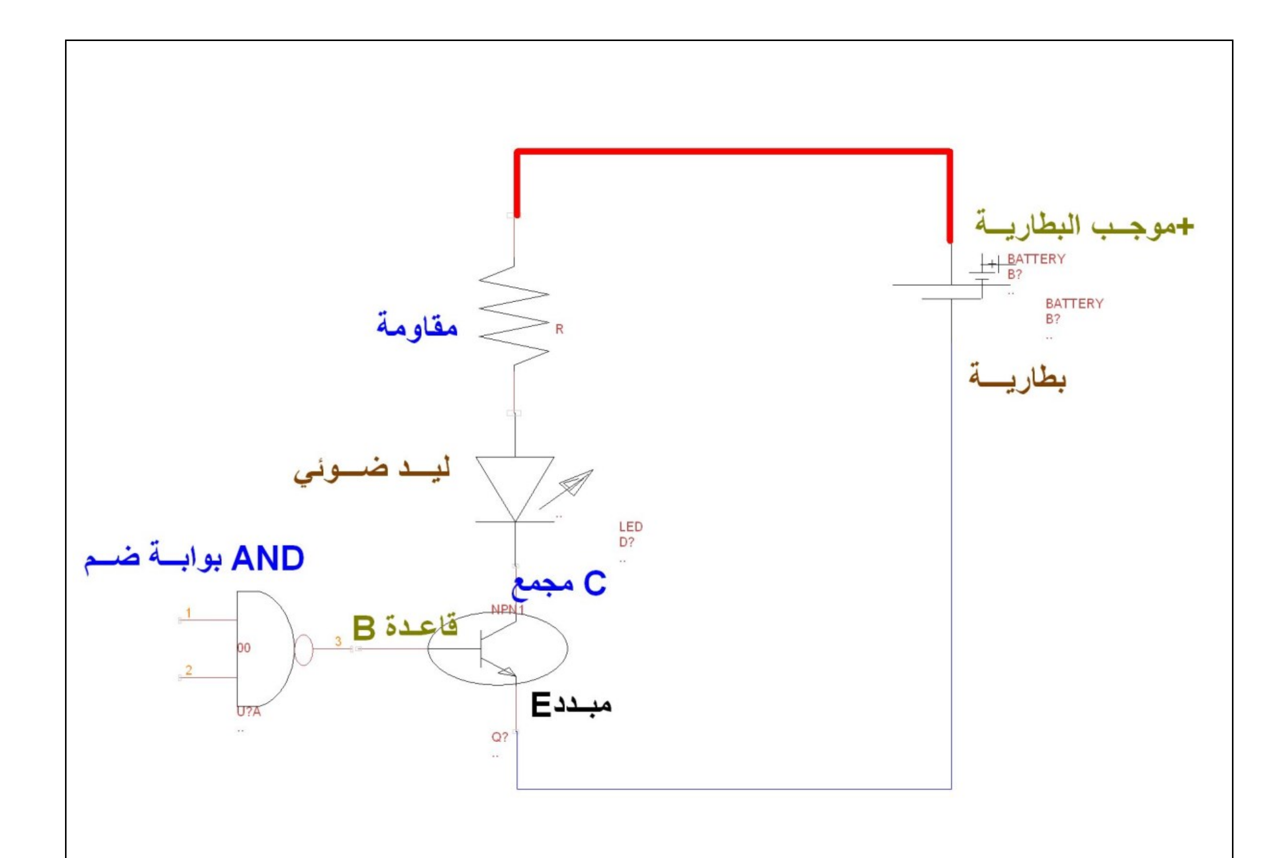
توجد الدارات المنطقية ضمن الدارات المدمجة (الآي سي IC) حيث تحتوي كل شريحة الكترونية او دارةٍ مدمجة على العديد من تلك الدارات المنطقية.

إذاً فقد بتنا الآن نعلم ما الذي تحتويه الكثير من تلك الشرائح السوداء اللون التي نراها تقريباً في كل جهازٍ إلكتروني.

غير ان علينا الانتباه إلى ان التيار الذي تخرجه الدارات المنطقية يكون منخفضاً جداً ولا يصلح لتشغيل أي حمل فهو بالكاد يكفي لإرسال شارة تشغيل إلى قاعدة ترانزستور حتى تمرر تيار تشغيل الحمل ما بين مجمع و مبدد الترانزستور.

بالطبع فإن تيار التحكم أو جهد التحكم الذي ترسله الدارة المدمجة يمر من قاعدة الترانوزستور إلى مبدده ليتم تمريره إلى أرضي الدارة.

إذا عندما نريد أن تقوم دارةٌ مدمجة بتشغيل حملٍ ما فإننا نصل تلك الدارة المدمجة إلى قاعدة ترانزستور.



غير أن هذا الأمر لا ينطبق على جميع الدارات المدمجة حيث أنه يمكن لبعض المدمجة المتكاملة أن تقوم بتشغيل الأحمال بشكلٍ مباشر.

تحليل الدارة

الغاية من هذه الدارة تتمثل في تشغيل الليد الضوئي او أي حملٍ آخر و ذلك بعد تلقي الأمر من دارة ضمٍ منطقية.

عندما يتم تفعيل دارة الضم المنطقية بمدخلتين أو مقدمتين صحيحتين متحققتين (واحد) فإنها تصدر من مخرجها شارةً كهربائية (واحد) تصل إلى قاعدة الترانزستور و تخرج إلى أرضي الدارة عن طريق مبدد الترانزستور.

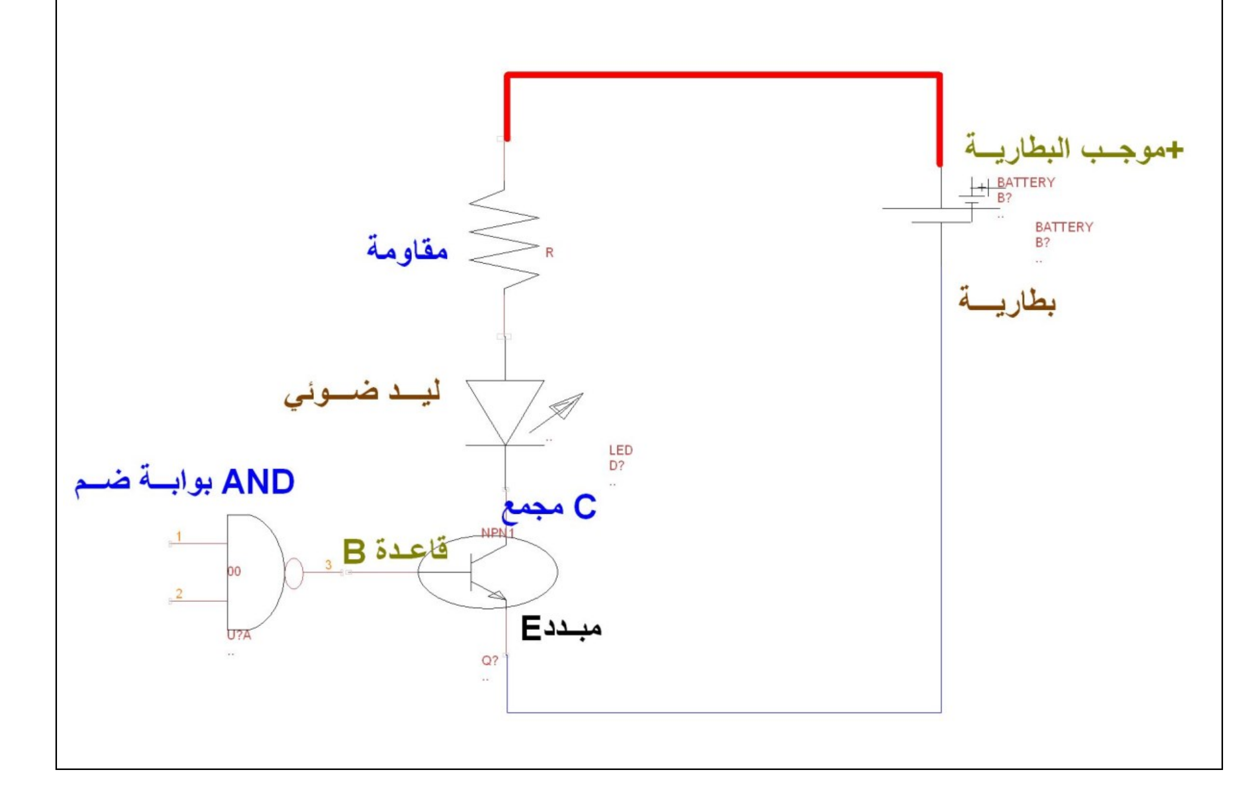
إن مرور شارة التحكم من قاعدة الترانزستور إلى مبدده يعني اكتمال دارة شارة التحكم و هو يؤدي إلى فتح بوابة الترانزستور و السماح لتيار تغذية الحمل بالمرور من مجمع الترانزستور إلى مبدده الذي يقوم بتبديد التيار في أرضي الدارة و بذلك تكتمل دارة الحمل و يضيء الليد الضوئي أو يعمل الحمل أياً يكن.

تتمثل مهمة المقاومة في هذه الدارة في حماية الليد الضوئي من الجهد و التيار المرتفعين .

تتمثل مهمة مبدد الترانزستور في إكمال دارتي الترانزستور الصغرى و الكبرى و هما:

دارة شارة التحكم التي تصل إلى الترانزستور من قاعدته و تنتقل إلى أرضي الدارة عن طريق المبدد.

و دارة تغذية الحمل التي يتدفق فيها تيارٌ أكبر ما بين مجمع الترانزستور و مبدده الذي يبدد في النهاية التيار الراجع من الحمل في أرضي الدارة.



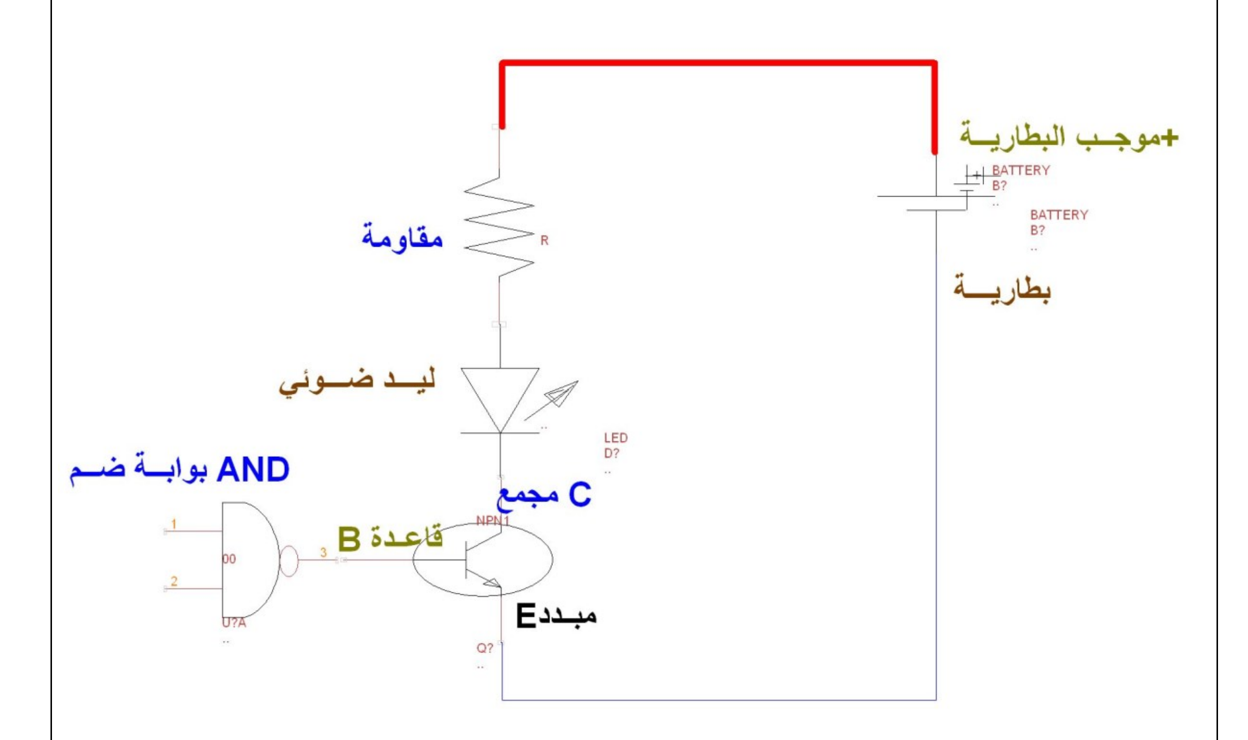
سير الجهد في الدارة السابقة

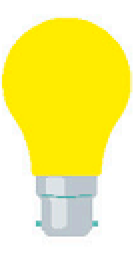
يتحرك الجهد من موجب البطارية و يمر عبر المقاومة ليصبح مناسباً للحمل(الليد الضوئي) و لكنه لا يستطيع تشغيل الحمل(الليد الضوئي) و المرور عبره لأن الدارة مقطوعة ما بين مجمع الترانزستور و مبدده أي أن الدارة لا تكتمل و لا يصل التيار إلى أرضي الدارة أو سالب البطارية.

عندما تتلقى دارة الضم المنطقية مقدمتين أو مدخلتين صحيحتين(واحد) يصدر مخرجها شارة تشغيل تصل إلى بوابة الترانزستور و تتبدد في أرضي الدارة عن طريق مبدد الترانزستورو هو الأمر الذي يعني اكتمال الدارة الصغرى ضمن الترانزستور وهو الأمر الذي يؤدي إلى فتح بوابة

الترانزستور و بذلك يسمح لتيار تغذية الحمل بالتدفق من مجمع الترانزستور إلى مبدده ليتم تبديد التيار الراجع في ارضي الدارة أو سالب البطارية فتكتمل الدارة و يعمل الحمل.

يمكن النظر إلى مبدد الترانزستور على أنه قطب الترانزستور السلبي المشترك الذي يكمل كلاً من دارة شارة التحكم عبر إيصالها إلى أرضي الدارة و دارة تشغيل الحمل عبر تبديد التيار الراجع كذلك في أرضي الدارة أي أن المبدد في تراتزستورات NPN هو القطب الأرضي المشترك الذي يكمل الدارة و يبدد التيار الذي يصل من كلا قطبيه الآخرين في أرضي الدارة.

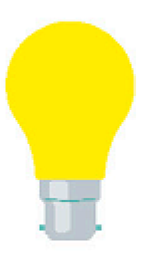




كما يتوجب علينا الانتباه إلى أن لكل ترانزستور مقداراً معيناً من التيار الذي يستطيع تمريره إلى الحمل و يدعى هذا التيار بتيار المجمع Collector current و رمزه I_C و يمكن إيجاده في بيانات الترانزيستور Datashit ،علماً أن تيار المجمع هو تيار المجمع الأقصى Maximum collector current ،وعلى سبيل المثال فإن تيار المجمع الاقصى في الترانزستور BC547

يبلغ mA100 مئة ميلي أمبير بينما يستهلك الليد الضوئي ما بين 15 و 20 ميلي أمبير كحدٍ أقصى.

و بالطبع يتوجب الانتباه إلى ناحيةٍ هامة و هي أنه إذا كان لدينا مثلاً حملٌ مقداره 500 ميلي امبير و أردنا ربطه بترانزستور حتى يتحكم به فلا يجوز لنا أن نستخدم ترانزستور تيار مجمعه الأقصى يبلغ 500 ميلي أمبير بل يتوجب علينا أن نستخدم ترانزستور تيار مجمعه الأقصى أعلى من 500 ميلي أمبير اي أعلى من تيار الحمل و ليكن مثلاً 600 ميلي امبير مثل الترانزستور PN2222 الذي تيار مجمعه الأقصى يبلغ 600 ميلي أمبير أي انه يتوجب علي دائماً أن أترك هامش أمان و أن لا أعمل على الحد الأقصى.

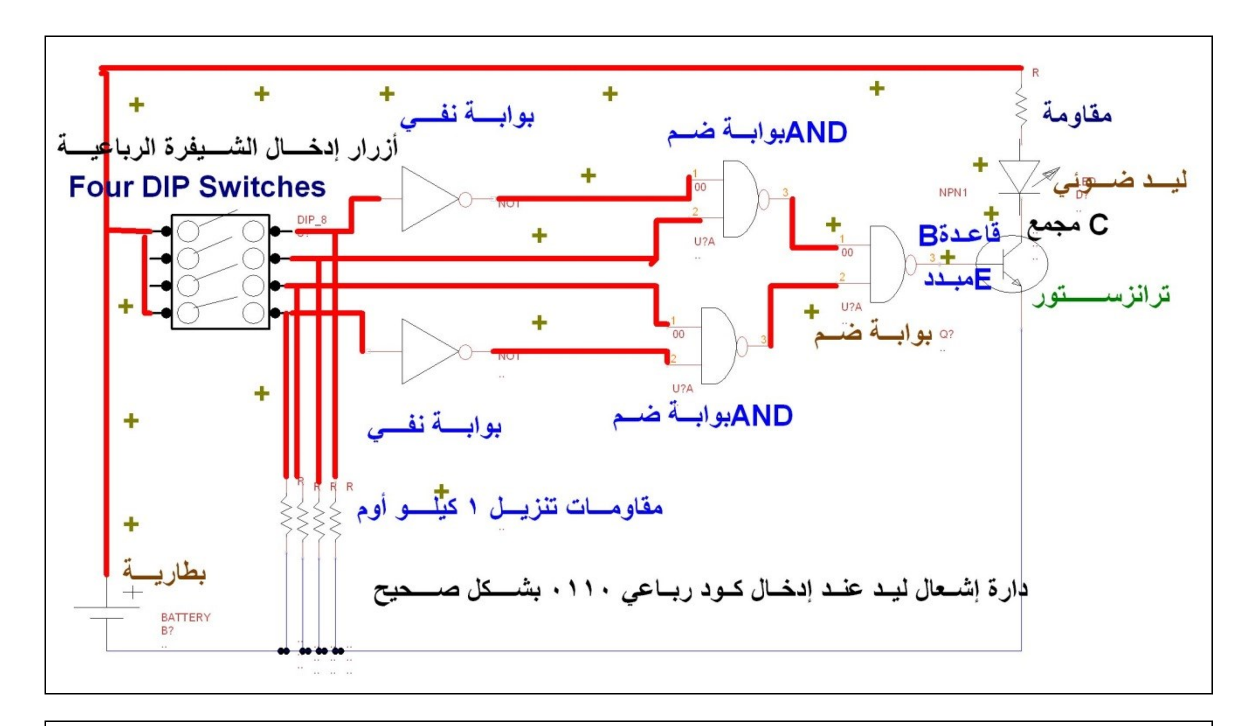


إذا كانت لدينا دارة منطقية تحتاج إلى جهد مدخل Input voltage و لم نقم بوصل المدخل إلى اي جهد عندها يصبح مدخل الدارة عائماً (مدخل عائم) floating input .

المدخل العائم لا يمكن الوثوق به لأنه يعطي قيماً غير واقعية لأن الدارة قد تنظر إلى المدخل غير المتصل بأي شيء على أنه يتلقى شارة الصفر و لذلك يتم دائماً وصل مقاومة تنزيل pull-down resistor إلى مدخل البوابة المنطقية .

يتم وصل احد طرفي مقاومة التنزيل ما بين مفتاح التحكم بالبوابة و مدخل البوابة بينما يتم وصل الطرف الثاني لمقاومة التنزيل بأرضي الدارة.

تتمثل مهمة مقاومة التنزيل في أنها عندما يكون مفتاح التحكم ببوابة الدارة المنطقية مفتوحاً اي عندما يكون في حالة قطعٍ للتيار فإن مقاومة التنزيل تقوم بتنزيل جهد مدخل البوابة أو مدخل الدارة إلى صفر فولت و بذلك يمكن النظر إلى مقاومة التنزيل على أنها مقاومة تقوم بتنقية زر الإدخال و مدخل الدارة المنطقية من بقايا الجهد بحيث تكون كل مدخلة مدخلةً حقيقية.



تحليل الدارة

كما تعودنا فإننا نقوم بتحليل الدارة ابتداءً من النقطة التي ينطلق منها الجهد أي القطب الموجب للبطارية.

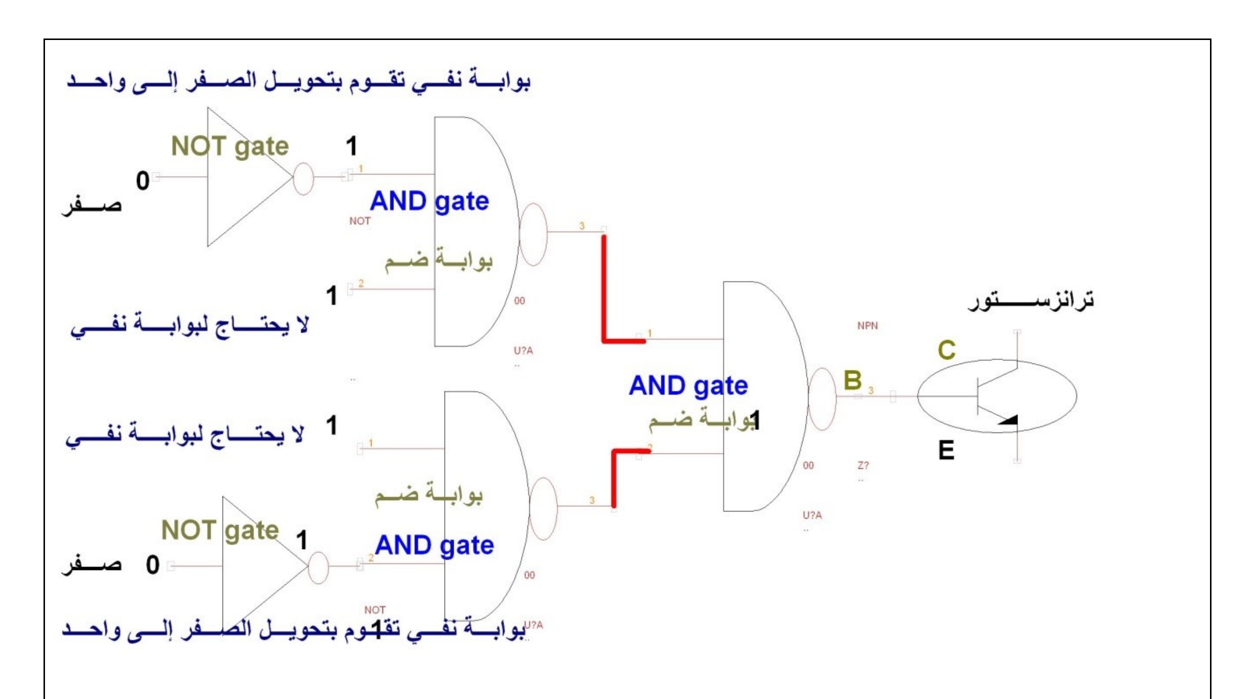
يمر الجهد من القطب الموجب للبطارية إلى أزرار إدخال الشيفرة البيتات الأربعة 0110 حيث يكون كل زرٍ من تلك الأزرار الأربعة متصل بمقاومة تنزيل تتمثل مهمتها في تنقية المدخل و إزالة أي شحنة عالقة فيه بحيث لا يحدث أي التباسٍ في قيمة البت الذي يتم إدخاله .

طبعاً لدينا في الكود 0110 أربع بيتات و لذلك فإننا نحتاج إلى بوابتين منطقيتين اثنتين لأن لكل بوابة مدخلين اثنين.

و بما أن الدارة لن تتفعل إلا إذا قام المستخدم بإدخال البيتات الأربعة 0110 جميعاً بشكلٍ صحيح و لو أنه أخطأ في بت واحد منها فلا يجوز أن تعمل الدارة فإننا نحتاج إلى بوابة ضم AND gate

أو دارة ضمٍ منطقية.

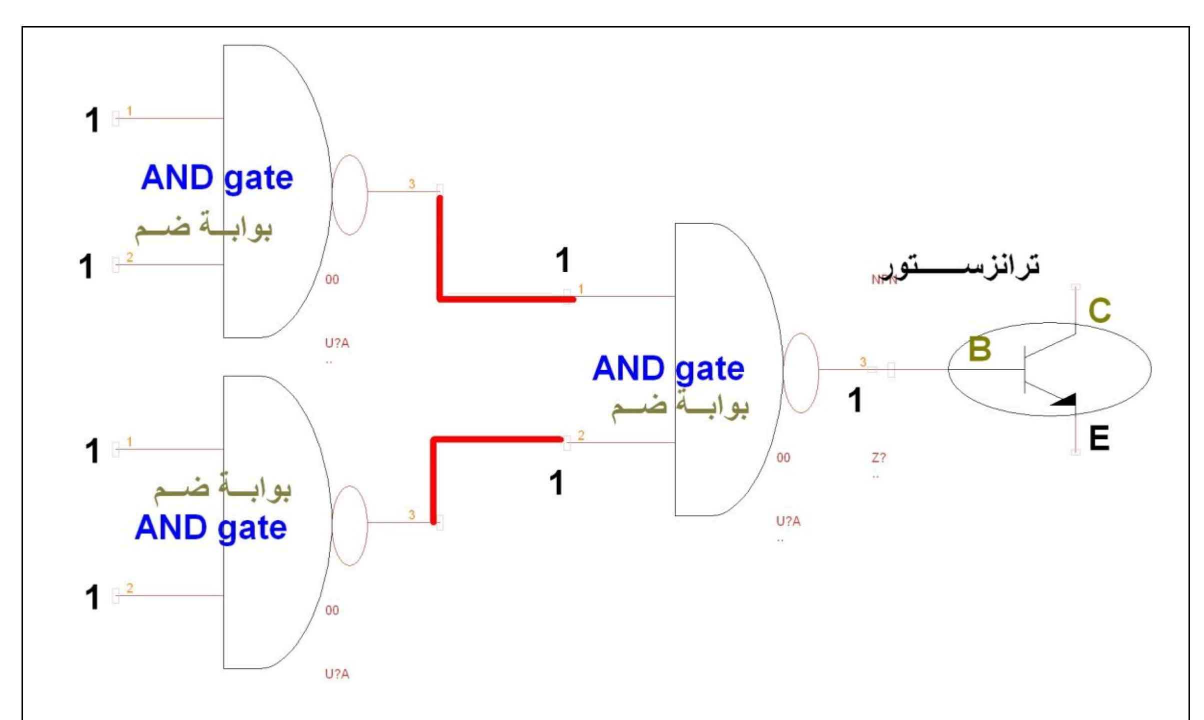
و بما أن دارة الضم المنطقية لا تعمل إلا إذا كانت جميع المدخلات متحققة و صحيحة أي قيمتها 1 و بما أن الكود 0110 يحوي على صفرين في الأطراف فإن دارة الضم لن تعمل حتى لو تم إدخال الكود بشكلٍ صحيح و لذلك فإننا نستخدم بوابتي نفيNOT gate على الطرفين و ذلك لعكس النتيجة و نفيها أي لتحويل البت صفر 0 إلى واحد 1 و لكنه 1 منفي و بذلك فإن دارة الضم سترى الكود 0110 على أنه تقريباً 1111 أي أن مقدماته أو بتاته الأربعة متحققة و صحيحة (قيمتها واحد) و بذلك فإن بوابتها سوف تتفعل و ستطلق شارة تحقق الشرط.



كما تعلمون فإننا قد استخدمنا دارتي ضم AND gate اثنتين. لماذا؟

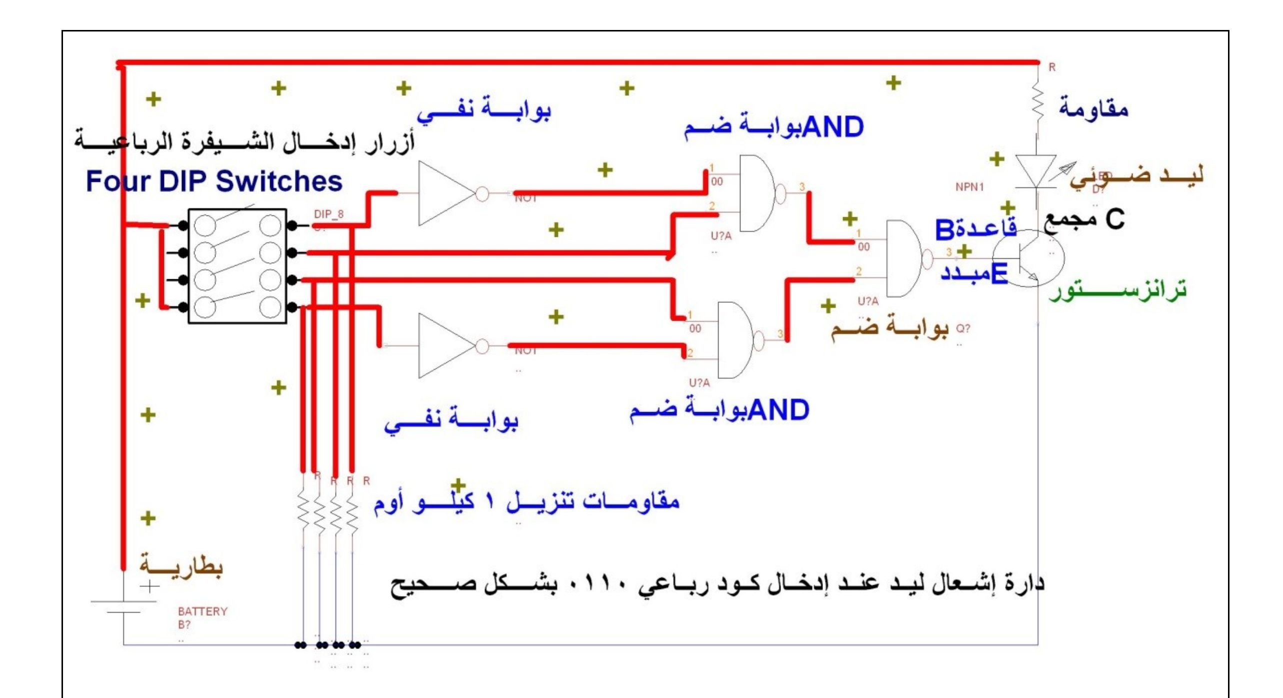
لأن الكود 0110 يتألف من 4 بتات و كما تعلمون فإن لبوابة الضم الواحدة مدخلين فقط، يتسع كلٌ منها لواحد بت سواءٌ أكان هذا البت صفر أو واحد أي أننا بالنتيجة سنحصل على شارتي تحقق اثنتين من دارتي الضم هاتين و لكن لدينا ترانزستور واحد في الدارة يجب أن ياخذ شارة تفعيل واحدة فكيف نضم شارتي التحقق و التفعيل أي كيف نضم مخرجي دارتي الضم في شارةٍ واحدة ليصار إلى إرسالها إلى قاعدة الترانزستور؟

إننا و بكل بساطة سوف ندخل مجدداً شارتي مخرجي دارتي الضم إلى دارة ضم ثالثة نهائية و هذا العملية لا تؤثر ابداً على النتيجة النهائية و لكنها فقط توحد النتائج في شارةٍ واحدة و هنا فإن لدي شارتي تحقق إيجابيتين قيمة كلٍ منهما واحد 1 و بما ان لبوابة الضم مدخلين اثنين فإنني أدخل كل شارة تحقق 1 إلى أحد مدخلي دارة الضم الاثنين و بذلك فإن دارة الضم تحصل على مقدمتين صحيحتين قيمة كلٍ منهما 1 و بذلك فإن دارة الضم تنتج شارة تحققٍ قيمتها كذلك 1 .



يتم إرسال شارة التحقق النهائية إلى قاعدة الترانزستور B و منها تتجه شارة التحكم إلى مبدد الترانزستور ليقوم بتبديدها في أرضي الدارة و بذلك تكتمل دارة شارة التحكم مما يؤدي إلى فتح بوابة الترانزستور .

تقوم بوابة الترانزستور بالسماح لتيار تغذية الحمل بالمرور عبر الترانزستور من مجمع الترانزستور إلى مبدده ليتم تبديد التيار في أرضي الدارة و بذلك تكتمل دارة تغذية الحمل(الليد) فيعمل الليد .



كيف ننفذ الدارات المنطقية على أرض الواقع؟

توجد البوابات المنطقية من شرائح أو دارات مدمجة مثل الدارة المدمجة 74LS04

التي تتألف من عدة دارات نفي NOT حيث تحتوي هذه الدارة المدمجة على ست بوابات نفي منطقية.

ليكن لدينا الكود أو الشيفرة 0110 ،كما نلاحظ فإن لدينا صفرين في الشيفرة السابقة أي اننا سوف تحتاج إلى بوابتي نفي اثنتين فقط من بوابتي النفي الستة الموجودة في شريحة النفي المدمجة .

في الدارة المدمجة 74LS04 لدينا 14 وتد :

الأوتاد 1 و 2 طرفي بوابة نفي : الوتد 1 مدخل بوابة النفي و الوتد 2 هو مخرجها.

الوتدين 3 و 4 هما طرفي بوابة نفي: الوتد 3 هو مدخل بوابة نفي و الوتد 4 هو مخرج بوابة النفي.

الوتدين 5 و 6 هما طرفي بوابة نفي: الوتد 5 هو مدخل بوابة النفي و الوتد 6 هو مخرج بوابة النفي.

الطرف 7 هو ارضي الدارة المدمجة GND.

الوتدين 8 و 9 هما طرفي بوابة نفي : الوتد 9 هو مدخل بوابة النفي و الوتد 8 هو مخرجها.

الوتدبن 10 و 11 هما طرفي بوابة نفي : الوتد 11 هو مدخل بوابة النفي و الوتد 11 هو مخرجها.

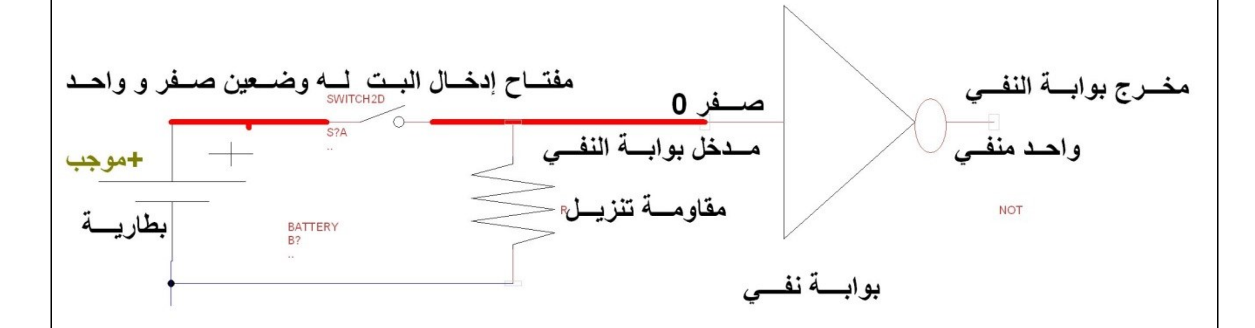
الوتدين 12 و 13 هما طرفي بوابة نفي :الوتد 13 هو مدخل بوابة نفي و الوتد 12 هو مخرج بوابة النفي.

الوتد 14 هو مدخل تغذية الدارة V_{CC}.

لكل دارة نفي منطقية طرفين فقط : مدخل و مخرج –المخرج يعطي دائماً نتيجةً معاكسة للمدخل.

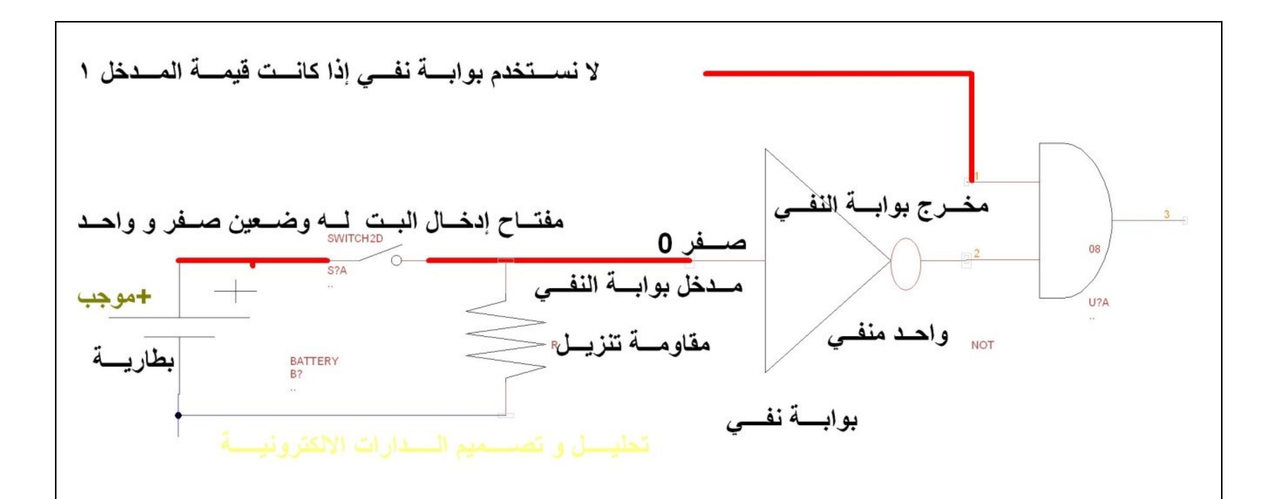
نحتاج إلى بوابات النفي فقط في أصفار الشيفرة حيث يحتاج كل صفر في الشيفرة إلى دارة نفي.

نصل مدخل بوابة النفي إلى الزر الذي قيمته صفر حتى يقلبه إلى واحدٍ منفي و لذلك نقوم بوصل مدخل بوابة النفي إلى الزر الذي قيمته صفر و مقاومة التنزيل الخاصة به.



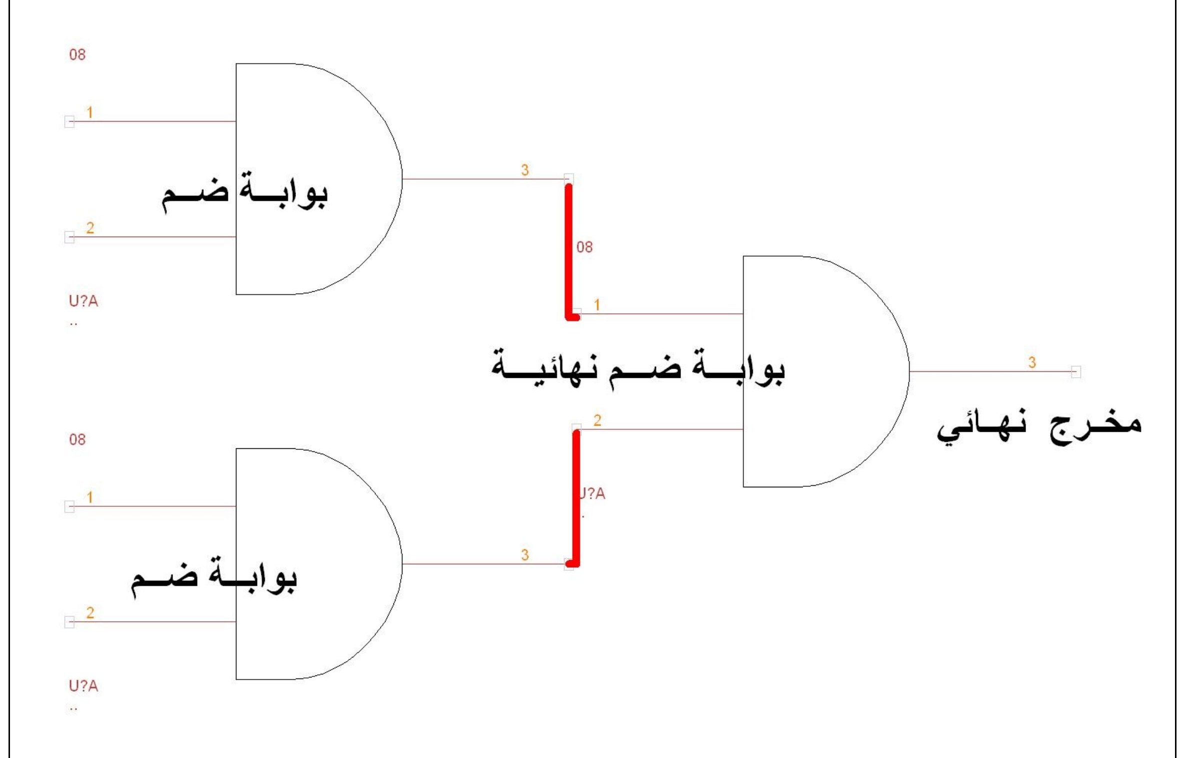
نصل مخرج بوابة النفي المنطقية (رأس المثلث) بمدخل بوابة الضم.

لا نستخدم دارات نفي إلا إذا كانت قيمة المدخل صفر.



بالطبع فإن بوابات الضم الموجودة في شريحة بوابات الضم 74LS08 تتصل بالزر الذي قيمته واحد في الشيفرة السرية بشكلٍ مباشر لأنه ما من حاجة لوجود بوابة نفي و ذلك عبر مقاومة تنزيل.

الان نصل مخرجي بوابتي الضم بمدخلي بوابة ضمٍ ثالثة الموجودة في شريحة بوابة الضم،أما ناتج بوابة الضم تلك فهو المخرج النهائي Final output الذي سوف يرسل شارة البدء لبوابة الترانزستور عند إدخال الكود الصحيح .



تتضمن شريحة بوابات الضم المدمجة 4 بوابات م لكل واحدةٍ منها مدخلين اثنين و مخرجٌ واحد .

الوتدين 1 و 2 هما مدخلي أول بوابة ضم في الشريحة بينما الوتد 3 هو مخرج بوابة الضم تلك.

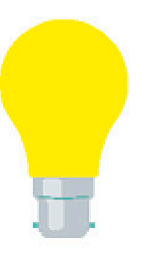
الوتدين 4 و 5 هما مدخلي بوابة الضم الثانية و الوتد 6 هو مخرجها.

الوتد 7 هو أرضي الدارة GND.

الوتد 14 هو وتد تغذية شريحة بوابات الضم بالجهد V_{CC}.

الوتدين 12 و 13 هما مدخلي بوابة الضم الثالثة و الوتد 11 هو مخرج بوابة الضم الثالثة.

الوتدين 9 و 10 هما مدخلي بوابة الضم الثالثة و الوتد 8 هو مخرجها.



نقوم بتوصيل بوابات النفي المنطقية الموجودة ضمن شريحة بوابات النفي و بوابات الضم المنطقية الموجودة ضمن شريحة بوابات الضم و كأننا نقوم بتوصيل بوابات نفي و ضم مستقلة عن بعضها البعض و في النهاية فإننا نصل مخرجي بوابتي الضم بمدخلي بوابة ضمٍ واحدة لنحصل على مخرجٍ واحد.

استخدام بوابة النفي NOT في المنظومات التي لا تميز الصفر

مر معنا سابقاً بان الصفر في النظام الرقمي يعني عدم مرور جهد و لكن كيف يمكن للمنظومة ان تميز ما بين حالة الصفر و حالة عدم مرور جهد الناتجة عن عدم تشغيل الدارة؟

إن استخدام دارة النفي عند الصفر قبل بوابات الضم يعني بان الصفر لن يكون لا شيء و إنما فإنه سيكون شارة كهربائية هي شارة واحد منفي.

إذاً لنفترض بأن هنالك مغامرين أو جاسوسين أو مستكشفين على جزيرة نائية اتفقا على استخدام مصابيحهما الضوئية للتواصل من خلال شاراتٍ ضوئية متقطعة على أن يكون لكل شارةٍ ضوئية معنىً معيناً و كان من بين الشارات التي اتفقا عليها شارة أولها أطفاءٌ للمصباح ثم تشغيل للضوء مرة واحدة ثم اطفائه ثانيةً للمصباح و لكنهما عندما بدأا باستخدام تلك الشارات الضوئية اكتشفا بانهما ثد ارتكبا خطأًً كبيراً إذ هل يمكن تمييز الشارة:

تعتيم (صفر) –إضاءة(واحد) –تعتيم(صفر)

عن الشارة التي تتألف من الإضاءة مرة واحدة(واحد)؟

طالما أن شارة الإضاءة لمرةٍ واحدة يسبقها تعتيمٌ حكماً و يليها حكماً تعتيم بشكلٍ طبيعي؟

و هل يمكن تمييز الشارة التي آخرها إضاءةٌ واحدة (واحد) ثم تعتيم(صفر) عن الشارة التي آخرها إضاءةٌ فقط(واحد).

طالما ان شارة الإضاءة مرة واحدة يسبقها حكماً تعتيم و يليها تعتيم بشكلٍ طبيعي و هل يمكن تمييز الشارة التي آخرها إضاءة واحدة ثم تعتيم(صفر) عن الشارة التي آخرها إضاءة فقط (واحد)، حيث انه من الطبيعي للشارة التي هي عبارة عن ومضة واحدة أن يسبقها تعتيم و أن يليها تعتيم.

و في عالم الشارات الرقمية هل يمكن تمييز الكود 010 عن الكود 1 و بعبارةٍ اخرى هل يمكن تمييز شارة الصفر بما هي انعدامٌ للجهد عن وضعية عدم التشغيل التي هي كذلك انعدامٌ للجهد و خصوصاً عندما ترد في بداية الشارة او نهايتها؟

لا يمكن لبعض المنظومات تمييز الشارة التي مبدأها صفر أو نهايتها صفر عن الشارة التي لا يوجد صفر في مبدأها أو نهايتها و من هنا دعت الحاجة لأن تكون شارة الصفر شارةً كهربائية و ليست انعداماً للجهد في المنظومات التي لا تميز انعدام الجهد و في المنظومات التي لا تقبل ان يكون أن تكون الشارة على أحد مداخلها مساوية للصفر مثل بوابة الضم و هذا الأمر تحققه بوابة النفي عندما تمثل الصفر على صورة واحد منفي.

إن الصمت و انعدام الضوء و انعدام الجهد الكهربائي هي اوضاع فيزيائية دائمة طبيعية لا يمكن الاعتماد عليها في بعض المنظومات كجزءٍ من اي شارة و خصوصاً عندما تكون في أطراف الشارةو خصوصاً عندما يتوقف تأويل الشارة على تلك الأصفار كما هي حالة بوابة الضم التي لا يصدر مخرجها شارة إلا إذا كانت جميع مدخلاتها صحيحة و متحققة[واحد 1].

و ذلك بخلاف بوابات الاستثناء OR حيث تكفي فيها مدخلة صحيحة واحدة حتى ترسل بوابة الاستثناء شارةً من مخرجها كما في المثال التالي:

يمكنك السفر إلى أوروبا بالطائرة أو السفينة أو القطار أو السيارة.

إن توفر وسيلة نقل واحدة فقط من وسائل النقل السابقة تعني إمكانية سفرك إلى أوروبا و تعني بان البوابة سوف تصدر شارةً من مخرجها.

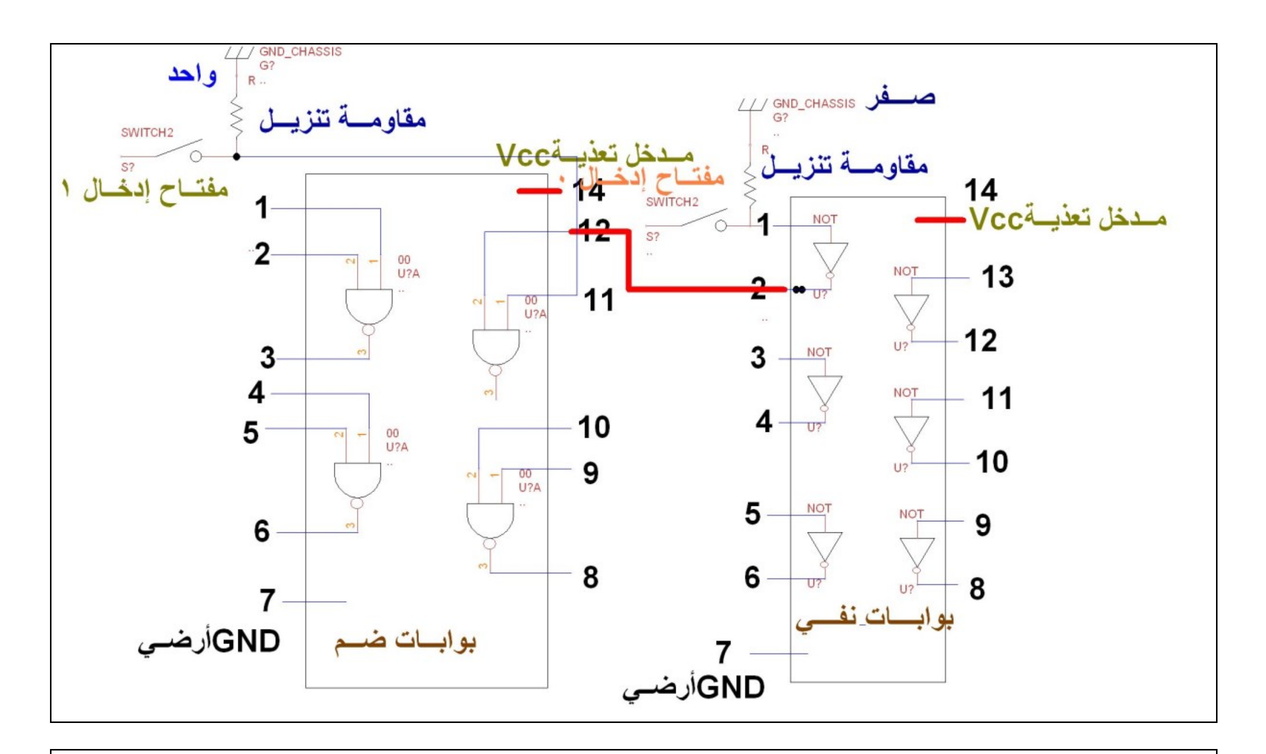
مثال ثاني:

إذا كنت ظمئاناً يمكنك أن تروي عطشك إذا شربت ماءً أو شاياً أو شراباً أو حليباً.

إن توفر أي سائلٍ من السوائل السابقة يكفيك حتى تروي عطشك و هذا يعني بأن توفر أي خيارٍ من الخيارات السابقة سوف يجعل دارة الاختيار من متعدد تصدر شارةً من مخرجها.



الكلام السابق ينطبق فقط على المنظومات التي لا تستطيع تمييز الصفر و المنظومات التي لا تقبل أن تكون قيمة احد مدخلاتها صفر.



تحليل الدارة

لدينا في الشريحة الثانية بوابات ضم AND Gates و هذه البوابات لا تعمل إلا إذا كانت جميع مدخلاتها صحيحة و متحققة أي أن تكون قيمتها واحد 1 و لدينا شيفرة سرية 0110 تحوي صفرين ، و الغاية من الدارة ان يتم تفعيل تشغيل حملٍ ما (محركٍ كهربائي يفتح باباً مثلاً) عند إدخال الكود السري 0110 .

المشكلة هنا أن بوابات الضم AND Gates لن تعمل حتى لو أدخلنا الكود السري 0110 بشكل صحيح.

لماذا؟

لأن الكود السري 0110 يحوي صفرين و لذلك فإنه عند المفتاح الخاص بإدخال البت صفر 0 فإن شارة الصفر التي يرسلها المفتاح لا تذهب إلى مدخل بوابة الضم مباشرةً و إنما فإنها تمر أولاً إلى دارة نفي NOT gate حيث تقوم دارة النفي بعكس شارة الصفر و تنفيها محولةً إياها إلى واحدٍ منفي و هي الشارة التي تفهمها دارة الضم على أنها واحد 1 و ليس صفر.

تخرج شارة الصفر بعد عكسها و نفيها من مخرج دارة النفي إلى أحد مدخلي بوابة الضم .

و بالطبغ فإن لبوابة الضم AND Gate مدخلين اثنين و مخرجٌ واحد و بما أن الكود السري 0110 يتألف من أربع بيتات فإننا سوف نحتاج إلى بوابتي ضم اثنتين.

لماذا؟

لأن لكل بوابة ضم مدخلين اثنين.

و بما أن لدينا في الكود 0110 صفرين فإننا سوف نحتاج إلى بوابتي نفي اثنتين لتقوما بتحويل الصفر إلى واحد منفي .

ستمر شارة الصفر الأول من الكود 0110 من مفتاح الصفر إلى بوابة النفي أو العاكس حيث ستقوم دارة النفي بعكس الصفر و نفيه محولةً إياه إلى واحدٍ منفي و منها سوف تتجه الشارة إلى أحد مدخلي بوابة الضم AND Gate .

البت الثاني من الكود 0110 أي البت واحد 1 سوف تتجه شارته مباشرةً من مفتاح إدخال البت 1 إلى أحد بوابتي دارة الضم لنه لا يحتاج للمرور عبر بوابة نفي.

البت الثالث 1 من الكود 0110 كذلك تتجه شارته مباشرةً من مفتاح إدخال البت 1 إلى أحد مدخلي بوابة الضم الثانية لأنه لا يحتاج للمرور عبر بوابة نفي.

البت الرابع صفر من الكود 0110 سوف تتجه شارته من مفتاح إدخال البت صفر إلى دارة النفي ليحول شارة الصفر إلى واحدٍ منفي ثم ستتجه الشارة بعد ذلك إلى المدخل الثاني لدارة الضم الثانية.

و بذلك فإنه سوف تصل إلى بوابة الضم الأولى شارتين هما واحد و واحد منفي و سوف تتعامل دارة الضم مع كلتا هاتين الشارتين على أنهما شارتين صحيحتين متحققتين و لذلك فإنها سوف ترسل شارة تفعيلٍ من مخرجها و الأمر ذاته سوف يحدث مع بوابة الضم الثانية .

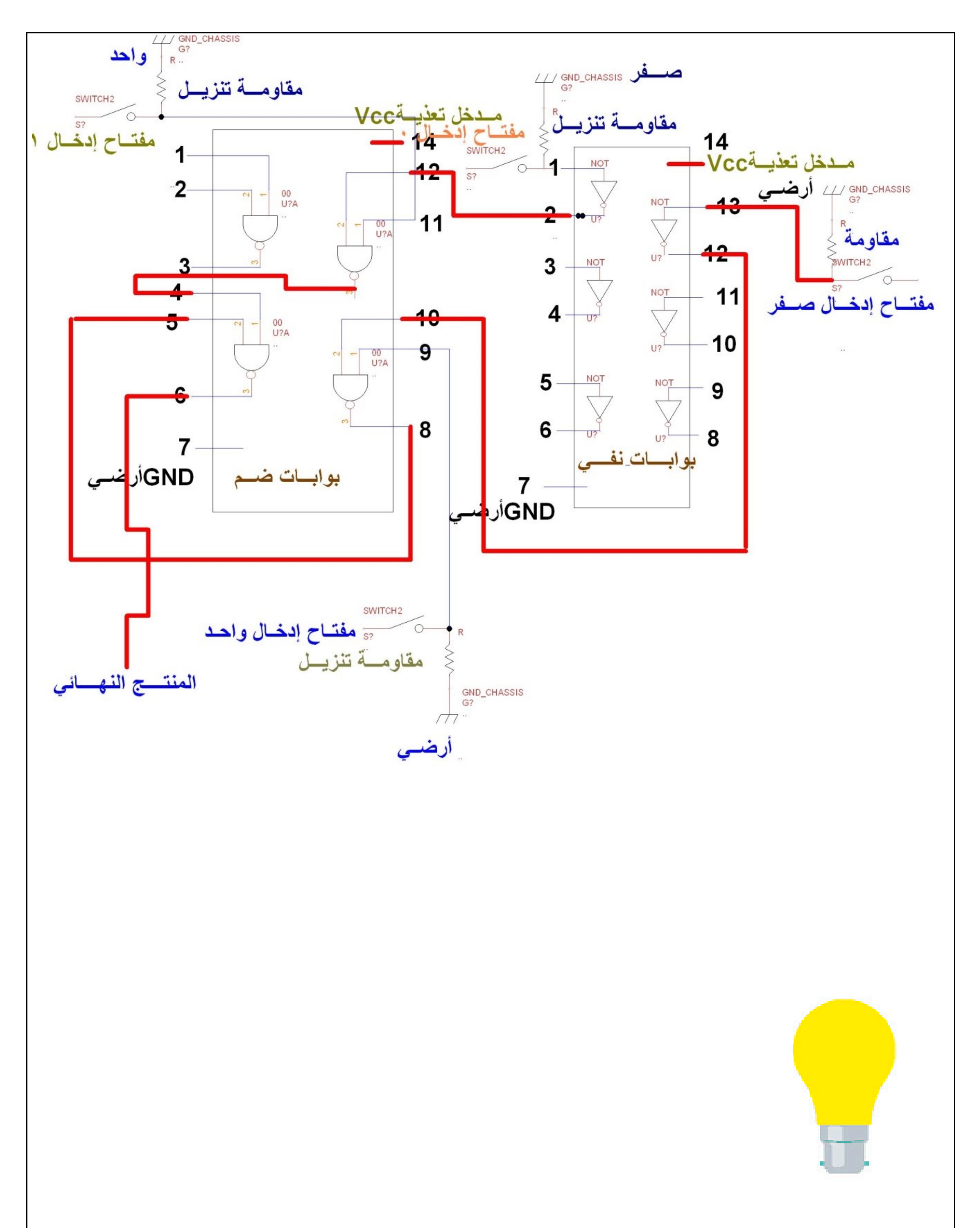
نأخذ شارة التفعيل التي سوف تصدرها بوابة الضم الأولى و شارة التفعيل التي تصدرها بوابة الضم الثانية و نصل مخرجي كلتا بوابتي الضم ببوابة ضمٍ ثالثة بحيث يكون مخرج بوابة الضم الأولى متصلٌ بمدخل بوابة الضم الثالثة الأول و بحيث يكونٍ مخرج بوابة الضم الثانية متصلٌ بمدخل بوابة الضم الثالثة الثاني.

و بذلك فإننا نضمن وصول شارتين صحيحتين لدارة الضم النهائية الثالثة التي سوف تطلق من مخرجها شارة التفعيل النهائية.

يمكن وصل قاعدة ترانزستور بمخرج بوابة الضم النهائية بحيث يقوم هذا الترانزستور عند تلقيه شارةً من بوابة الضم على قاعدته بتوصيل التيار الكهربائي لمحركٍ يفتح باباً مثلاً أو يصل التيار الكهربائي لمنظومةٍ ما.

ماذا لوكان كود التفعيل السري أكبر من 4 بتات أي ما ذا لوكان الكود أطول من 4 خانات؟

ببساطة شديدة فإننا سوف نحتاج إلى عددٍ أكبر من بوابات الضم كما اننا سوف نحتاج إلى بوابة نفي لكل صفرٍ في الكودو سنحتاج إلى عددٍ لإكبر من البوابات النهائية بحيث نحصل في النهاية على شارة تفعيلٍ واحدة.



لا تحتمل بوابة الترانزستور التعرض لتياراتٍ كهربائية عالية و لذلك يتوجب دائماً القيام بحماية قاعدة الترانزستور أي الطرف الذي يتلقى عليه الترانزستور شارة التحكم و ذلك باستخدام مقاومة حماية تتراوح قيمتها ما بين واحد و عشرة كيلو أوم 10 kΩ توضع ما بين قاعدة الترانزستور و العنصر الذي تتلقى منه قاعدة الترانزستور شارة التحكم.

و في دارات الجهد العالي كدارات المحركات الكهربائية تتم حماية الترانزستور الموجود في تلك الدارات من الشرارات الكهربائية التي تحدث عند إطفاء المحركات الكهربائية و ذلك باستخدام دايود (صمام عدم رجوع إلكتروني).

لا ننسى أن نقوم بتزويد كلتا الشريحتين المدمجتين (الاي سي) بجهدٍ كهربائي مناسب ،أي أنه يتوجب وصل الرجل رقم 14 في كلتا هاتين الشريحتين المدمجتين بمصدر تغذية 5 فولت حتى تعمل هاتين الشريحتين.

لا ننسى القيام بوصل الرجل السابعة في كلتا هاتين الشريحتين بأرضي الدارة حتى تكتمل الدارة.

يجب أن يكون الخرج دائماً في دارات الضم و النفي 5 فولت.

بوابات (النفي) السلبية المنطقيةNegative Logic Gates

بعد أن اتقنا استخدام بوابات النفي الثلاثة AND,OR,NOT و قمنا بفهمها فهماً تاماً علينا أن نعلم بانه يمكن مزج هذه البوابات او هذه الدارات مع بعضها البعض:

بوابة (ولا) NAND gate

AND gate+NOT gate

الفقاعة الصغيرة ° تشير إلى أن النتيجة تكون معكوسة و منفية و تدلنا على أن هذه البوابة تقوم كذلك بعكس و نفي النتيجة.

تكون جميع مخرجات بوابة الضم و النفي صحيحة و متحققة (واحد) باستثناء حالة وحيدة و هي الحالة التي تكون فيها كلتا المدخلتين صحيحة و متحققة (واحد) .

أي أن حالة بوابة الضم و النفي معاكسة لحالة بوابة الضم و التي تكون فيها جميع مخرجاتها خاطئة باستثناء الحالة التي تكون فيها كلتا المدخلتين صحيحةً و متحققة.

كيف نفهم جدول الحقيقة بالنسبة لبوابة الضم و النفي؟

إن فهم جدول الحقيقة الخاص ببوابة الضم و النفي هو أمرٌ في غالية البساطة و الوضوح فقط علينا القيام بتقسيم بوابة الضم و النفي إلى جزئين اثنين: بوابة ضم و بوابة نفي و أن نتعامل مع كلٍ منهما على حدة.

و كما مر معنا فإن بوابة الضم AND لا تصدر شارة تحقق الشرط (واحد 1) إلا إذا كانت كلتا المدخلتين فيها أو جميع مدخلاتها صحيحةً و متحققة (واحد 1)

مثال :

لا يعتبر مواطناً حقيقياً تام المواطنة من لا يمتلك منزلاً و سيارة .

انا لا أمتلك منزل [0 منزل] ولا سيارة[0 سيارة] .

في الحالة السابقة فإن بوابة الضم AND سوف تصدر شارة الصفر لأن كلتا المدخلتين خاطئتين و غير متحققتين و قيمتهما صفر أي ان الشرط [شرط المواطنة مثلاً] لم يتحقق.

الآن الذي سوف يحدث بان شارة الصفر ستمر بعد ذلك على بوابة النفي أو دارة النفي التي سوف تقوم بعكس الشارة ثم نفيها أي أنها سوف تقوم بقلب الصفر إلى واحد ومن ثم فإنها سوف تقوم بنفي النتيجة أي اننا سوف نحصل على واحد منفي.

أي ان نتيجة الإقرار :

انا لا امتلك منزل [0 منزل] ولا سيارة[0 سيارة] .

بعد مرورها على بوابة الضم و النفي NAND سوف تصبح واحد (واحد منفي).

صفر ←صفر ←واحد

أنا لا امتلك سيارة [0 سيارة] و لكنني امتلك منزلاً [1 منزل].

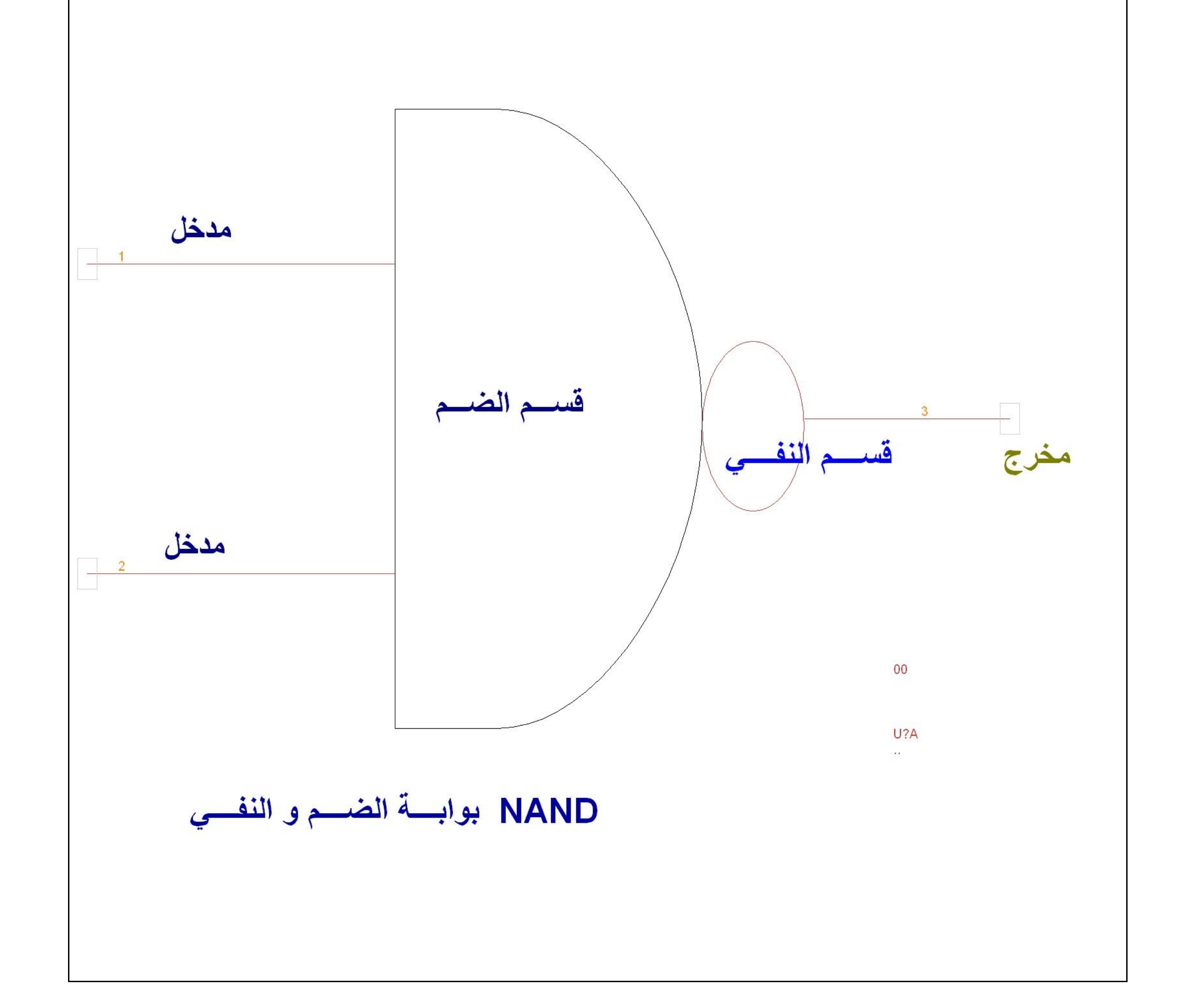
لاتصدر بوابة الضم AND شارة واحد إلا إذا كانت كلتا المدخلتين صحيحةً و متحققة [واحد] و لكن بما ان إحدى المدخلتين غير صحيحة و غير متحققة [اي امتلاكي للسيارة [0] فإن دارة الضم ANDسوف تصدر شارة الصفر [0] و بدورها فإن بوابة النفي سوف تتلقى شارة الصفر و سوف تقوم بعكسها و نفيها لتصبح واحد 1 [غير انه واحدٌ منفي بالطبع].

أنا امتلك سيارة[1] و لكن ليس لدي منزل[صفر منزل] : لم تتحقق كلتا المدخلتين و لذلك فإن دارة الضم سوف تصدر شارة الصفر و سوف تتلقى بوابة النفي شارة الصفر و سوف تقوم بعكسها و تفيها لتصبح واحد [1 منفي] .

انا لدي منزل [1] و سيارة [1] : كلتا المدخلتين متحققة و لذلك فإن دارة الضم سوف تصدر شارة التحقق الإيجابي اي شارة تحقق الشرط [1] غير أن بوابة النفي الملحقة بها سوف تعكس النتيجة لتصبح صفر [0 منفي] .

و بذلك فإن حدول الحقيقة بالنسبة لدارة الضم و النفي NAND هو :

A	B	Q=A NAND B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



بوابة الاختيار و النفيNOR

بوابة الاختيار و النفي NOR عبارة عن بوابة اختيار OR نتيجتها منفية بدارة نفيٍ ملحقة .

إن الحالة الوحيدة التي يكون فيها ناتج بوابة الاختيار و النفي صحيحة و متحققة [1] هي عندما تكون كلتا مدخلتي الدارة سلبية و غير متحققة [صفر-صفر] .

و أنتم تعلمون بالطبع بأنه يكفي بالنسبة لدارة الاختيار OR أن تكون إحدى المدخلتين صحيحةً فقط حتى تصدر الدارة شارة تحقق الشرط [1] .

مثال:

يمكنك أن تقوم بتحلية الشاي بالسكر أو باستخدام عشبة السكر(ستيفيا ريبوديانا).

أي أن بإمكاني أن أصنع الشاي إذا توفر السكر 1 (أو) إذا توفرت لدي عشبة السكر1.

أنا ليس لدي سكر [0 سكر] و ليست لدي عشبة السكر [0 عشبة السكر].

هل استطيع ان أصنع الشاي ؟

لا بالطبع إذاً فإن نتيجة دارة الاختيارOR [صفر شاي] .

غير أن نتيجة الصفر هذه ستمر بعد ذلك على دارة النفي التي سوف تقوم بعكسها و نفيها و بذلك فإن نتيجة الصفر سوف تصبح واحد [و لكنه بالطبع 1 منفي].

إذاً فإن نتيجة مدخلتين غير متحققتين و تساويان الصفر إلى دارة الاختيار و النفي [أو لا] NOR هي واحد [منفي] .

أنا ليس لدي سكر [صفر سكر] و لكن لدي عشبة السكر [1 عشبة سكر] .

نتيجة دارة الاختيار OR هي واحد لأن هنالك شرطٌ واحدٌ متحقق و هو توفر عشبة السكر اي أن باستطاعتي ان أصنع الشاي غير أن شارة التحقق [1] سوف تمر بعد ذلك إلى دارة النفي التي سوف تحول 1 إلى صفر.

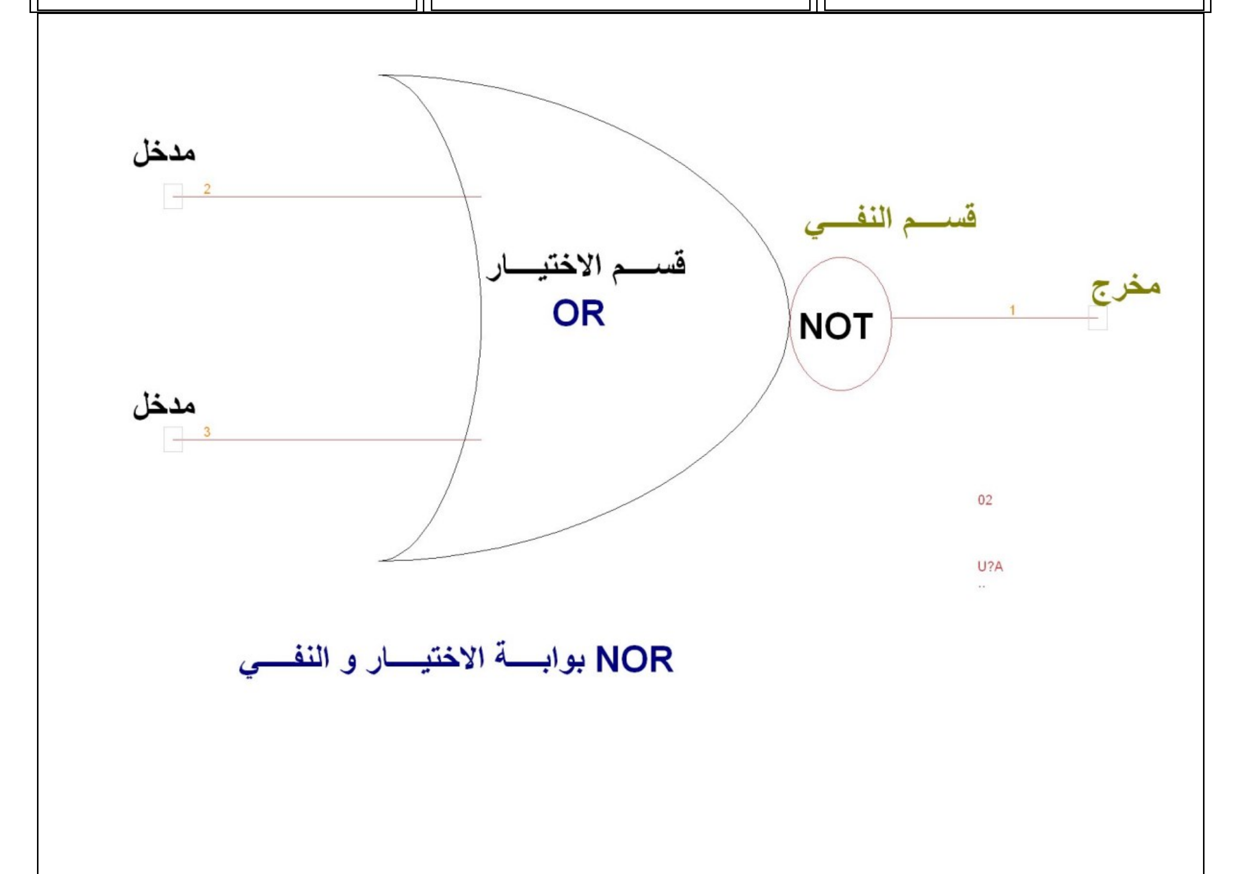
أنا لدي سكر [1 سكر] و لكن ليس لدي عشبة السكر [0 عشبة سكر] .

نتيجة دارة الاختيار OR هي واحد لأن هنالك شرطٌ واحدٌ متحقق و هو توفر السكر اي أن باستطاعتي أن أصنع الشاي غير أن شارة التحقق [1] سوف تمر بعد ذلك إلى دارة النفي التي سوف تحول 1 إلى صفر.

🏳 أنا ليس لدي سكر [0 سكر] و ليس لدي عشبة السكر [0 عشبة سكر] .

نتيجة دارة الاختيار OR هي وصفر لأن كلا الشرطين غير متحققين اي أنه ليس باستطاعتي أن أصنع الشاي غير أن شارة عدم تحقق الشرط [0] سوف تمر بعد ذلك إلى دارة النفي التي سوف تحول 1 إلى صفر.

Q= A NOR B	B	A
1	0	0
0	1	0
0	0	1
0	1	1



XOR gate بوابة الاختيار المتباين

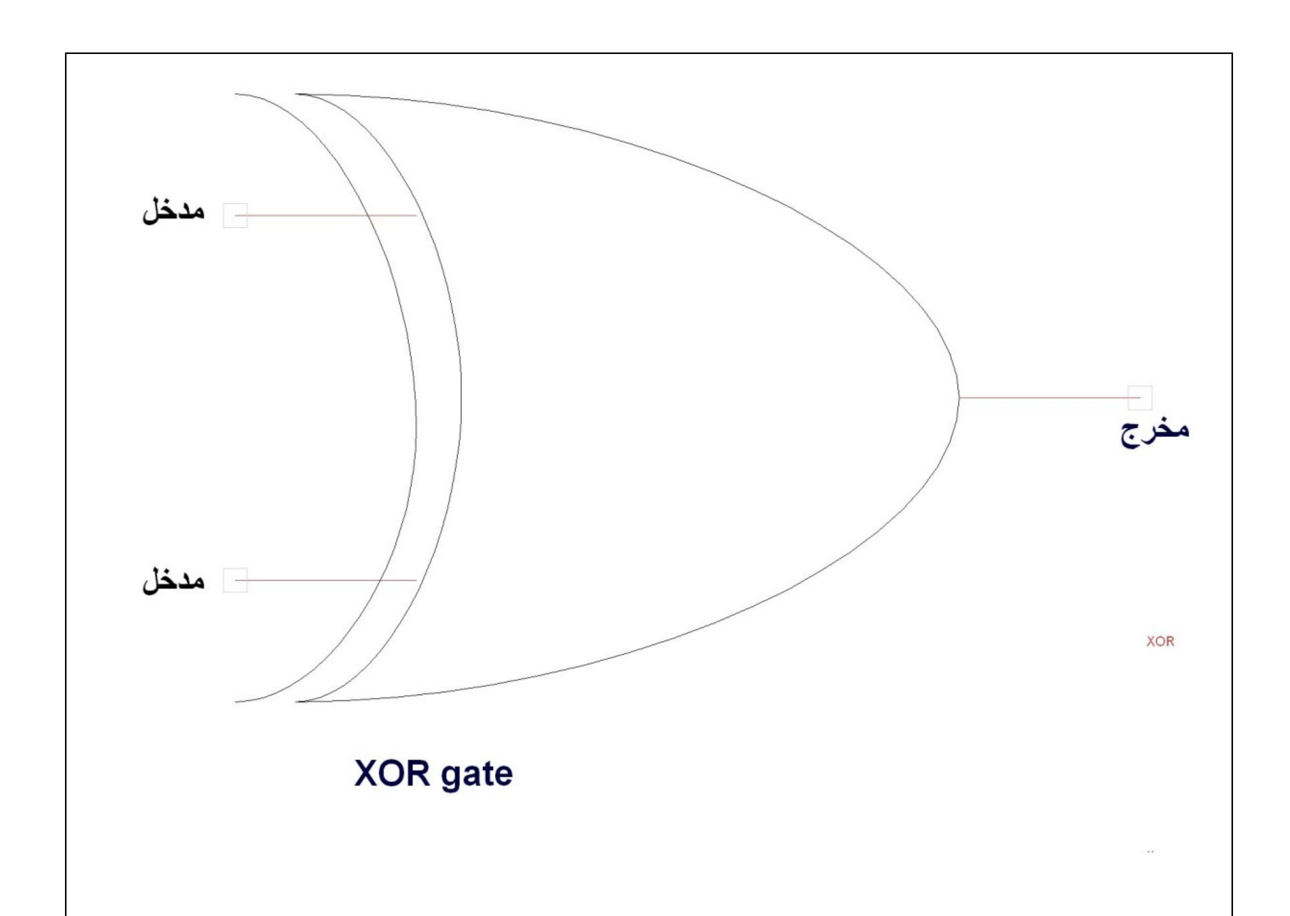
تصدر بوابة الاختيار اكس **XOR gate** شارة تحقق الشرط [1] في حالةٍ واحدة وهي عندما تكون كلتا المدخلتين متباينتين أما إذا كانت المدخلتين متماثلتين فإن النتيجة ستكون غير متحققة [صفر] حتى لو كانت كلتا المدخلتين متحققتين [1].

لنفتر بأن لدينا دارة الكترونية مهمتها تحديد الأشخاص الذين يستحقون المساعدة المالية و هذه الدارة لا تقبل إلا أن يكون الشخص إما مستحقاً للمساعدة المالية أو غير مستحق و ذلك بناءً على بيانات الشخص المالية و العقارية و هذه الدارة لا تقبل أبداً الحلول الوسطى لأن المطلوب منها تصنيف الأشخاص إلى مستحقين أو غير مستحقين للمساعدة:

- إنه ليس ثرياً [0 ثري] كما أنه ليس فقيراً [0 فقير] الدارة سترفض التصنيف لأنه غير منطقي و ستصدر شارة عدم تحقق الشرط [صفر].
- إنه ليس ثرياً [0 ثري] ولكنه فقير [1 فقير] الناتج [1] أي أن هذا الشخص تم تصنيفه كفقير [1 فقير].
- إنه ثري [1 ثري] و ليس فقير [0 فقير] الناتج [1] لأن الدارة استطاعت تصنيف ذلك الشخص كشخصٍ ثري[1 ثري].
- إنه ثريٌ [1 ثري] و فقير [1 فقير] الناتج صفر [0] للأن الدارة رفضت كلتا المدخلتين لأنهما غير منطقيتين و لم تقم بتصنيف ذلك الشخص.

جدول الحقيقة Truth table بالنسبة لبوابة الاختيار **XOR gate:**

A XOR B	B	A
0	0	0
1	1	0
1	0	1
0	1	1



و من خلال مزج هذه الدارات المنطقية المحتلفة مع بعضها البعض يمكن القيام بكل شيء في مجال الذكاء الاصطناعي .

إن الدارات المنطقية هي الدارات التي تقوم بمعالجة البيانات و اتخاذ القرار في مجال الذكاء الاصطناعي كما انها تقوم كذلك بأمرٍ آخر في غاية الأهمية و هو تخزين البيانات.

دارات الذاكرة

هل سبق لك ان تسألت عن الطريقة التي يتم فيها تخزين البيانات بصورةٍ مؤقتة في ذواكر الكمبيوتر و الهواتف الذكية و سواها من الأجهزة الرقمية؟

تتألف دارات الذاكرة من حلقات تتألف كل حلقةٍ منها من دارتي اختيارٍ منفي NOR و تتولى كل حلقة تخزين بت Bit واحد من البيانات أي واحد أو صفر من البيانات عن طريق تدوير ذلك البت من البيانات سواءً أكان صفراً أو واحداً بين مداخلها و مخارجها بشكلٍ مستمر ضمن حلقةٍ مغلقة تقريباً.

جدول الحقيقة بالنسبة لحلقة الذاكرة SR truth table

Q	R	S
0	0	0
0	1	0
1	0	1
0	1	1

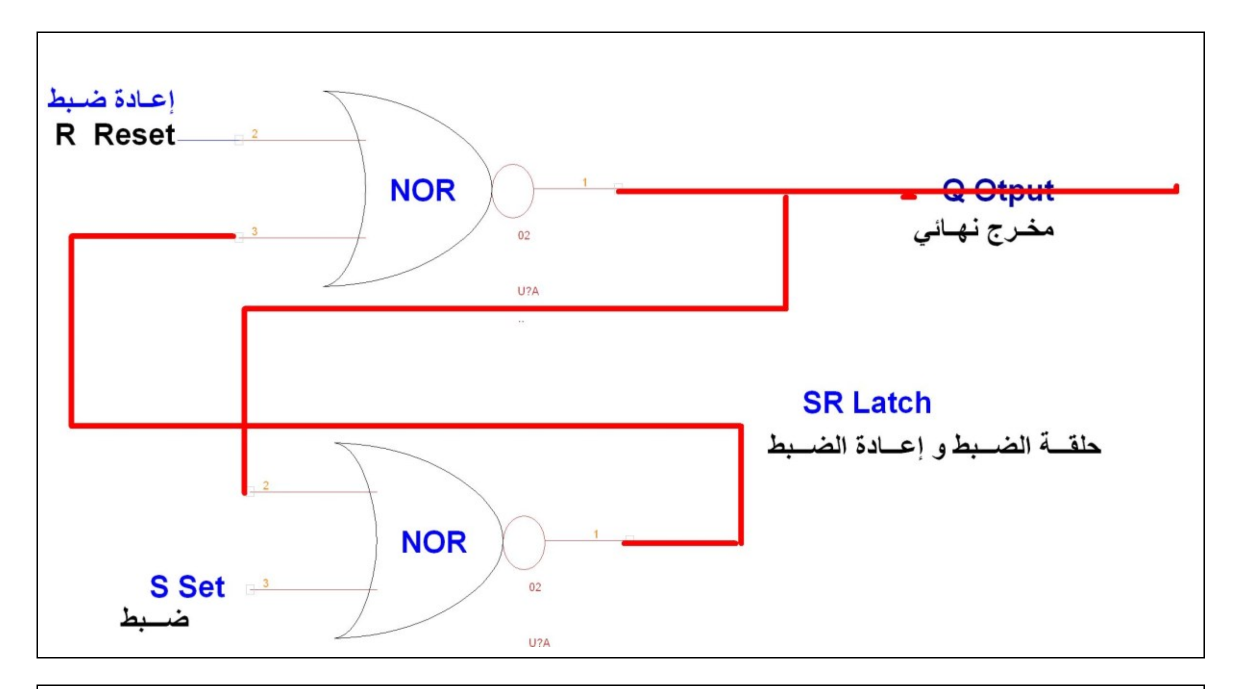
تصميم حلقة الذاكرة

يكون مخرج كل بوابة اختيار و نفي NOR متصلاً بمدخل البوابة الثانية.

أما المدخلين الاخرين لبوابتي الاختيار و النفي NOR فأحدهما مدخل إعادة الضبط و التبدئة R و الثاني S هو مدخل الضبط و هذين المدخلين يستخدمان في تجديد البيانات المدخلة للذاكرة أي إزالة البت القديم سواءً اكانت قيمة هذا البت صفر أو واحد و هذه العملية تدعى بعملية تدوير البت في حلقةٍ مغلقة latching the bit .

S=Set ضبط

R=reset إعادة ضبط.



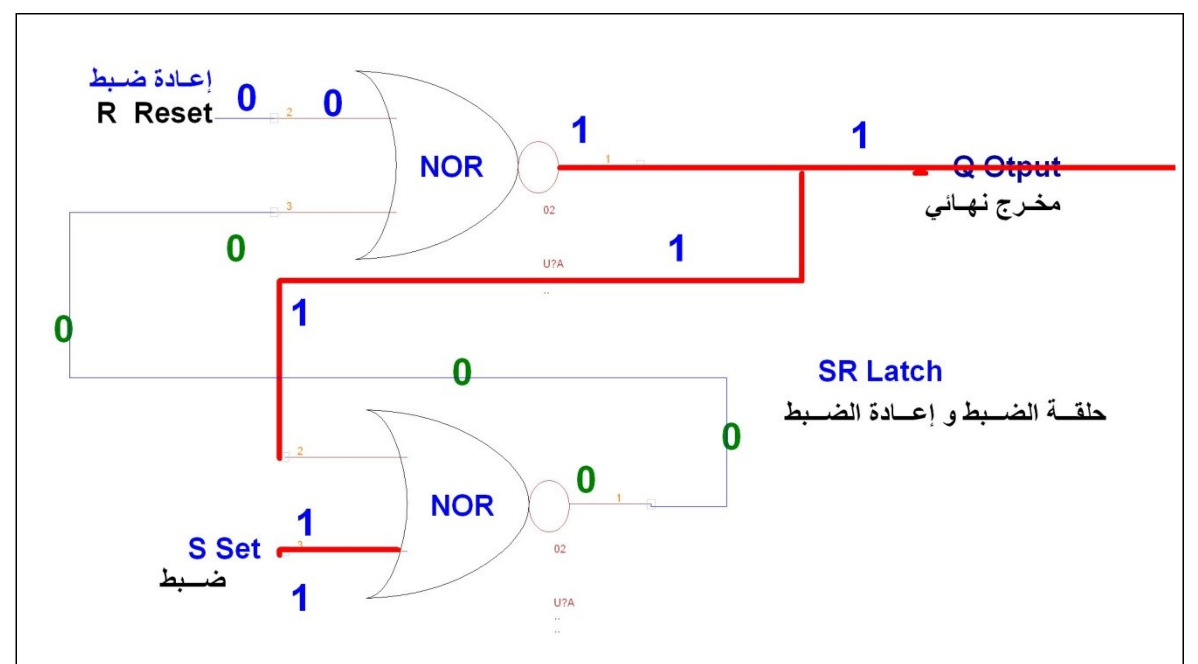
تحليل حلقة الذاكرة

نحن نعرف بان المدخل الأول R اي مدخل إعادة التبدئة او إعادة الضبط كان يساوي الصفر فمن اين أتى المدخل الثاني [صفر] إلى دارة الاختيار و النفي الأولى؟

حسناً إن مدخل دارة الاختيار و النفي NOR الأول صفر و المدخل الثاني صفر أي أن ناتج عملية الاختيار OR سيكون صفر حتماً .لماذا؟

لأن الخيارين المتوفرين غير متحققين أي صفر و صفر غير أن دارة النفي الملحقة بدارة الاختيار (و التي رمزها فقاعة أو دائرة صغيرة في مقدمة دارة الاختيارOR) ستقوم بعكس النتيجة أي أنها ستقلب الصفر إلى واحد و لذلك فإن مخرج دارة الاختيار و النفي الأول NOR سيكون واحد.

و هذا المدخل يكون متصلاً بمدخل دارة الاختيار و النفي الثانية NOR.



أما المدخل الثاني للدارة الثانية اي مدخل الضبط S فهو واحد أي أن مدخلي دارة NOR قيمتهما واحد و نتيجة دارة الاختيار OR ستكون حتماً قيمتها 1 لأن كلا الخيارين المتوفرين قيمتهما 1 ثم سوف تأتي دارة النفي الملحقة و سوف تقوم بعكس النتيجة و نفيها فينقلب بذلك 1 إلى صفر ، و بما أن مخرج دارة NOR الثانية الأول يكون متصلاً بمدخل دارة NOR الأولى الثاني فإن الصفر سيكون مدخل دارة NOR و هو الصفر الذي سالنا أنفسنا من أين أتى.

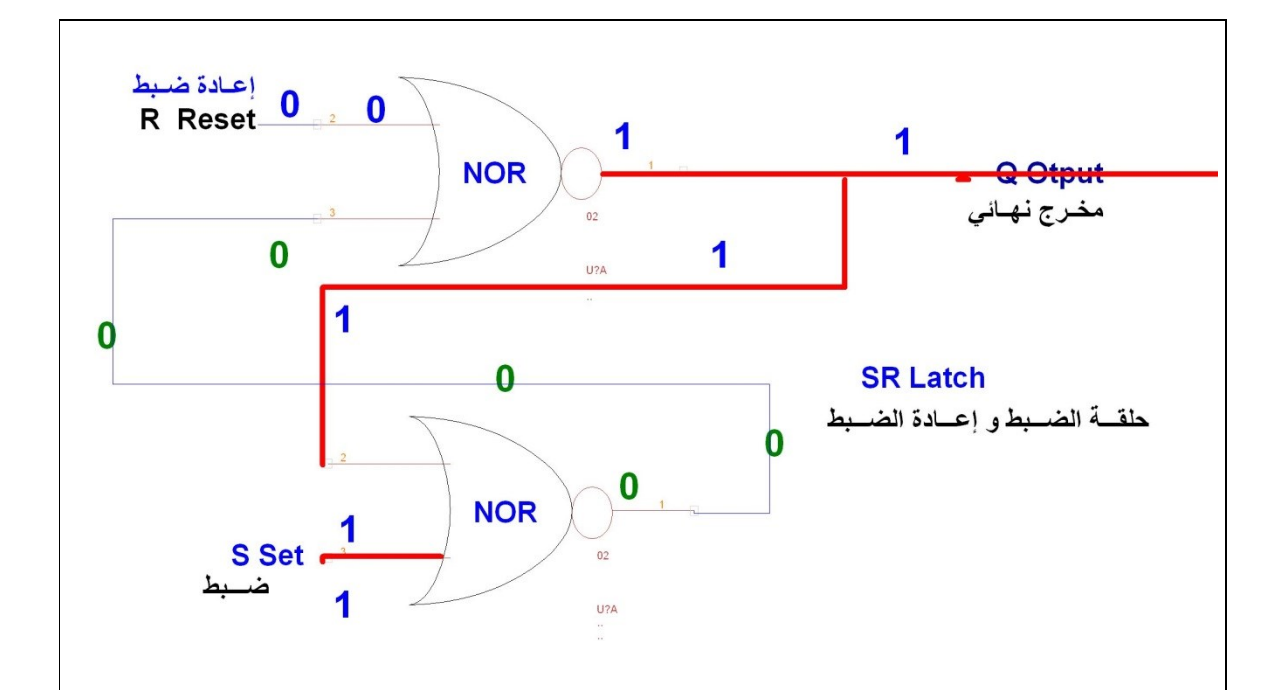
لقد قمنا نحن بإدخال الصفر إلى المدخل الأول.

الصفر على المدخل الثاني للدارة الأولى كان نتيجة العمليات التي جرت في الدارة الثانية.

R=0

S=1

قمنا بإدخال البت 1 إلى المدخل الثاني لدارة NOR الثانية.



الحالة الثانية :

قمنا بإدخال 1 على مدخل إعادة الضبط أو مدخل التبدئة R في المدخل الأول لدارة NOR الأولى.

كما قمنا بإدخال الصفر S=0 إلى المدخل الثاني لدارة NOR الثانية فيصبح لدينا مدخلين قيمة كلٍ منهما 1 على دارة NOR :

البت 1 الأول قمنا نحن بإدخاله إلى مدخل التبدئة أو مدخل إعادة الضبط R=1 .

اما البت 1 الثاني على المدخل الثاني فسوف اخبركم لاحقاً من اين اتى.

بما أن المدخلين على بوابة الاختيار تبلغ قيمة كلٍ منهما 1 فإن النتيجة ستكون حتماً 1 لأن كلا الخيارين 1 ،غير ان بوابة النفي الملحقة سوف تقوم بعكس النتيجة فيتحول 1 إلى صفر .

أي أن مخرج دارة NOR الأول 0 .

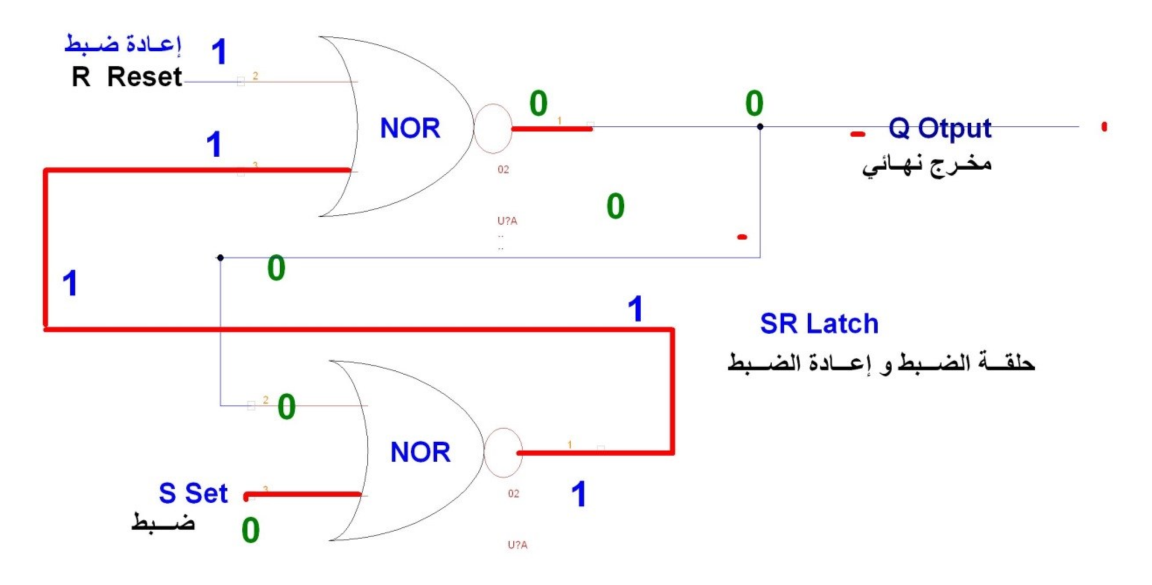
و بما ان مخرج دارة NOR الأول متصلٌ بمدخل دارة NOR الثانية الأول فإن قيمة مدخل دارة NOR الثانية سيكون صفر.

اما مدخل دارة NOR الثاني فهو الصفر الذي قمنا بإدخاله.

و هنالك صفر على مدخل دارة NOR الثاني اي مدخل إعادة الضبط R .

و بذلك يصبح لدينا صفرين هما الخيار المتاح أمام دارة الاختيار OR و سيكون الناتج صفرٌ حتماً لأن كلا الخيارين المتاحين صفر .

غير أن دارة النفي الملحقة بدارة الاختيار سوف تقلب الصفر إلى 1 أي أن ناتج دارة NOR الثانية سيكون 1 و بما ان مخرج دارة NOR الثاني متصل بمدخل دارة NOR الثاني فإننا سوف نحصل على 1 على ذلك المدخل و من هنا اتى البت 1 الذي تساءلنا عنه في البداية .



إن مخرج دارة الاختيار و النفي NOR gate يكون 1 عندما تكون كلتا المدخلتين صفر. لماذا؟

لأن الخيارين المتاحين أمام دارة الاختيار هما صفرين (صفر عند كل مدخل) أي ان الناتج سيكون صفراً حتماً غير أن دارة النفي الملحقة سوف تقلب النتيجة إلى واحد.

عندما تكون قيمة مدخل الضبط S واحد فإن مُخرج دارة الاختيار و النفي السفلية يكون صفراً بغض النظر عن قيمة مدخل الدارة الآخر سواءً اكان صفراً او واحد.

بالنسبة للحالة الأولى إذا كانت جميع مدخلات الدارة صفر فذلك يعني بان الخيار الوحيد المتوفر لدارة الاختيار OR هو الصفر لأن الصفر هو الخيار الوحيد المتوفر ثم تاتي دارة النفي فتعكس النتيجة و تنفيها اي أن الصفر 0 يصبح واحد 1 [و لكنه بالطبع 1 منفي].

إذا كان مدخل الضبط S واحد في دارة الاختيار و النفي NOR السفلية فإن المخرج سيكون صفراً أياً تكن قيمة المدخل الثاني .

كيف ذلك؟

لنفترض بان قيمة مدخل الضبط S هي البت 1 و أن المدخل الثاني قيمته صفر عندها ستقوم دارة الاختيار OR باختيار المدخل المتحقق الصحيح أي 1 ، غير ان دارة النفي الملحقة سوف تعكس النتيجة فينقلب واحد إلى صفر .

وإذا كان مدخل الضبط واحد و كانت قيمة المدخل الثاني البت 1 كذلك فإن دارة الاختيار OR ستكون نتيجتها واحد حكماً.

لماذا؟

لأن كلا الخيارين المتوفرين متحققين و صحيحين [1] غير ان دارة النفي الملحقة سوف تعكس النتيجة فيتحول بذلك 1 إلى صفر.

يمكن أن يكون للحلقة المؤلفة من مجموعة دارات منطقية مخرجين نهائيين Q و يمكن أن يقوم هذين المخرجين بتخريج قيم متباينة و عندها فإننا ندعو المخرج النهائي الأول Q Output بينما ندعو المخرج الثاني النهائي بالمخرج النهائي المعاكس Inverted output لأن قيمة البت الذي يخرجه تكون معاكسة لقيمة البت الذي يخرجه المخرج النهائي الأول.

و في حالة المخرج النهائي المعاكس فإننا نضع شارة خطٍ قصير فوق رمزه Q أو اننا نضع شارة الفقاعة الدالة على النفي(عكس النتيجة).

تحتوي الدارات الإلكترونية الرقمية و أجهزة الكمبيوتر على كريستالات زمنية او كريستالات توقيت و تنحصر مهمة هذه الكريستالات في إصدار شارة توقيت او شارة ساعة clock signal و تتمثل مهمة شارة التوقيت هذه في إعلام الدارات الإلكترونية عن الوقت الذي يتوجب فيه على تلك الدارات إنجاز مهمةٍ ما مثلاً متى يتوجب عليها القيام بتخزين بياناتٍ معينة او القيام بمعالجة بياناتٍ معينة.

إن شارة الساعة عبارة عن جهدٍ كهربائي يتأرجح ما بين حالتي واحد و صفر أي أنه يتأرجح ما بين وضعي التشغيل و الإطفاء و هذه الشارة تقوم بتشغيل و تفعيل الدارات المنطقية.

و لتقيل احتمال حدوث أخطاءٍ عند معالجة و تخزين البيانات فإن عمليتي معالجة و تخزين البيانات لا تحدثان إلا عند تغيير شارة الساعة من وضع الإطفاء 0 إلى وضع التشغيل 1 أو من وضع التشغيل 1 إلى وضع الإطفاء 0 و هذا الأمر يدعى بقدح الحافة edge-triggering اي القدح و التشغيل عند تغير حالة الشارة من صفر إلى واحد أو من واحدٍ إلى صفر.

أي ان الدارة الإلكترونية لا تقوم بتنفيذ مهمةٍ ما إلا إذا أتتها شارة ساعة (صفر أو واحد).

و إذا كانت الدارة تقوم بتنفيذ مهمةٍ ما عند تغير شارة الساعة من حالة التوقف 0 إلى حالة التشغيل 1 فإن ذلك يعني بان تلك الدارة تقوم بتنفيذ المهمة عند الحافة المرتفعة 1 و عندها يقال بان تلك الدارة تنقدح او تتفعل عند الحافة الموجبة positive-edge triggered .

أما إذا كانت الدارة تنقدح و تتفعل و تقوم بتنفيذ مهمةٍ ما عندما تتغير شارة الساعة من حالة التشغيل 1 إلى حالة التوقف 0 فإن تلك الدارة توصف بانها تنقدح و تتفعل عند الحافة السلبية Negative edge-triggered .

توصف حلقةٌ ما بانها حلقة قلابة flip-flop إذا كانت تقوم بتغيير مخرجاتها عندما يتم قدحها بشارة ساعة أي عندما تتغير شارة الساعة من صفر إلى 1 أو من واحد إلى صفر .

يرمز لشارة الساعة بالأحرف CLK و تدعى الشارة التي تطلقها كريستالة التوقيت بجهد الساعة

CLK Voltage .

عندما تصادفنا عبارة الجهد المرتفع في مجال شارة الساعة فإنه يقصد بها 1 اي وضع التشغيل بينما يقصد بالجهد المنخفض   الصفر أي وضع الإيقاف.

غالباً ما تكون شارة الساعة على شكل موجة مربعة square wave.



المجسات المنطقية Logic Probs

الاسم الشائع Red&Green.

يمكن للمجس المنطقي أن يتحسس كلاً من الجهد العالي و الجهد المنخفض كما أن بإمكانه أن يتحسس النبضات الإلكترونية ،و في مجال كهرباء السيارات فإن هذه المجسات تستطيع تحسس عدة أشياء مثل وجود نبضة حقن الوقود Fuel injector pulses التي يرسلها كمبيوتر السيارة.

و نظراً لما تتمتع به المجسات المنطقية من مقاومةٍ داخليةٍ عالية فإن تلك المجسات أمينة الاستخدام في الدارات الدقيقة الحساسة.

لتشغيل المجس المنطقي نقوم بوصل سلكه الموجب(الأحمر) إلى أي مصدر تغذية 12 فولت كما نقوم بوصل سلكه السالب(الأسود) إلى أي راجعٍ أرضي ground return ثم نستخدم الطرف المدبب الحاد للمجس المنطقي في اكتشاف وجود النبضات الصادرة عن الحساسات المختلفة.

الضوء الأخضر يعني بأن الجهد المقاس أقل من 0.8 فولت ،أما الضوء الأحمر فإنه يعني بأن الجهد المقاس أعلى من 2.2 فولت.

و إذا تم اكتشاف جهد كهربائي على الطرف الحاد المدبب للمجس فإن ضوء الإشارة سوف يومض.

علينا الانتباه إلى أن أرضي الدارة في السيارات القديمة موجب و ليس سالب كما جرت العادة.

الرقم المعقد

Complex Number

ما هو الرقم المعقد؟

إنه عبارة عن إحداثية حقيقية موجودة على أرض الواقع و إحداثية خيالية غير موجودة في الواقع ، بمعنى أنه إذا كانت لدي رسمة ما ثنائية الأبعاد فإن تلك الرسمة تمثل عنصراً حقيقياً واقعياً و لكنني إذا أدخلت ذلك العنصر الثنائي الأبعاد إلى الكمبيوتر و طلبت منه أن يقوم بتدويره في فضاءً خيالي ثلاثي الأبعاد فإن الصورة الثلاثية الأبعاد التي سيصنعها الكمبيوتر من ذلك العنصر الثنائي الأبعاد ستمثل الجانب الخيالي الافتراضي.

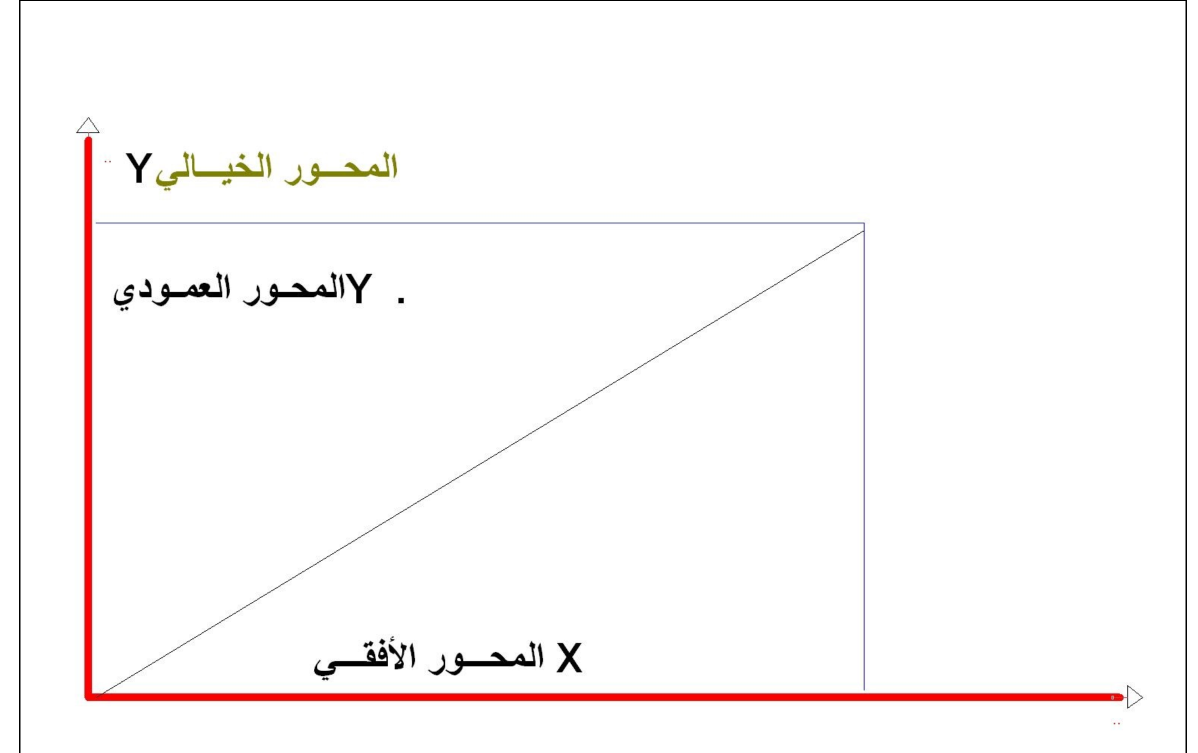
يتألف الرقم المعقد من جزءٍ حقيقي X و جزءٍ خيالي jy ، و في مجال الالكترون و الكهرباء يستخدم الحرف j للإشارة إلى الأرقام المعقدة بدلاً من الحرف i لأن الحرف i محجوز للإشارة للتيار الكهربائي.

C=X=jy

C= الرقم المعقد

X= الجزء الحقيقي

Jy= الجزء الخيالي من الرقم المعقد.



المحور العمودي Y هو المحور الخيالي.

المحور الأفقي X هو المحور الحقيقي.

المقاومة في دارات التيار المتردد(التيار المتناوب) AC

بخلاف معظم العناصر الأخرى فإن المقاومة في دارات التيار المتردد تؤدي العمل ذاته الذي تؤديه في دارات التيار المباشر (التيار المستمر) DC كما أنها تسلك السلوك ذاته الذي تسلكه في تلك الدارات.

الفاز الأحادي و الغازات الثلاثة

- الفاز الأحاديsingle phase

في نمط الفاز الواحد يكون لدينا خط تغذية حي واحد و عائدٌ محايد neutral return ، أما في نمط الفازات الثلاثة فيكون لدينا ثلاثة خطوط حية و راجعٌ محايدٌ واحد مشترك.

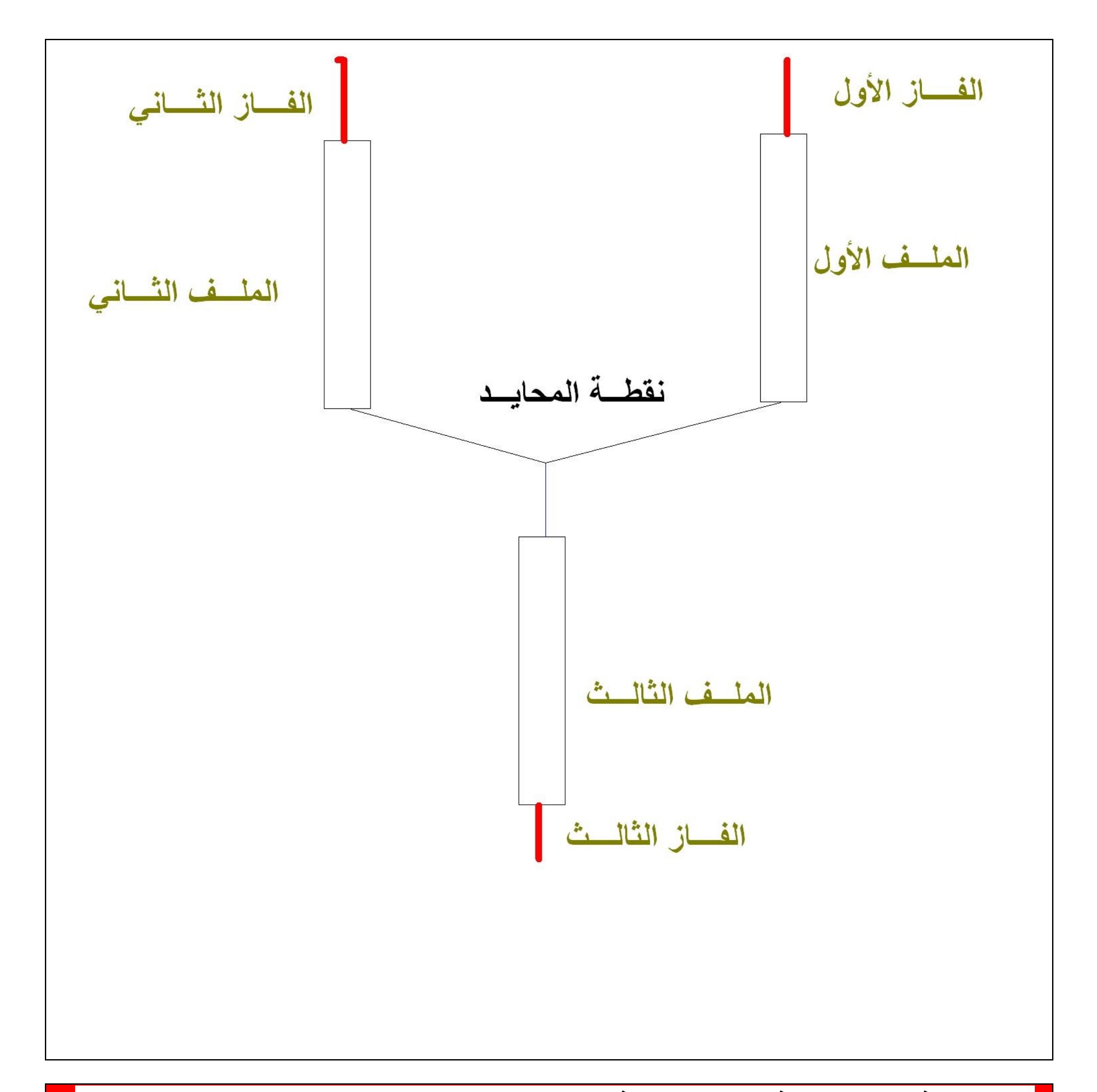
يتم توليد كهرباء 3 فاز باستخدام مولدة تحوي ثلاثة ملفات تتواضع بزاوية 120° درجة و لذلك فإن الجهد الذي يتم توليده في كل ملف يتقدم الجهد الذي يتم توليده في الملف الآخر بزاوية قدرها 120° درجة.

طربقتي وصل الملفات الثلاثة ضمن مولدات 3 فاز :

طريقة النجمة أو طريقة الوصل وفق الحرف (واي):

تحتوي مولدات الفازات الثلاثة على ثلاثة ملفات و بالطبع فإن لكل ملفٍ من هذه الملفات الثلاثة بداية و نهاية (مدخل و مخرج) و في طريقة الوصل هذه تكون البدايات الثلاثة جميعها متصلة مع بعضها البعض في نقطةٍ واحدة تمثل محايد الدارة بينما تكون النهايات الثلاثة هي خطوط الخرج أو الفيوزات الثلاثة التي تخرج من المولد لتغذية الحمل.

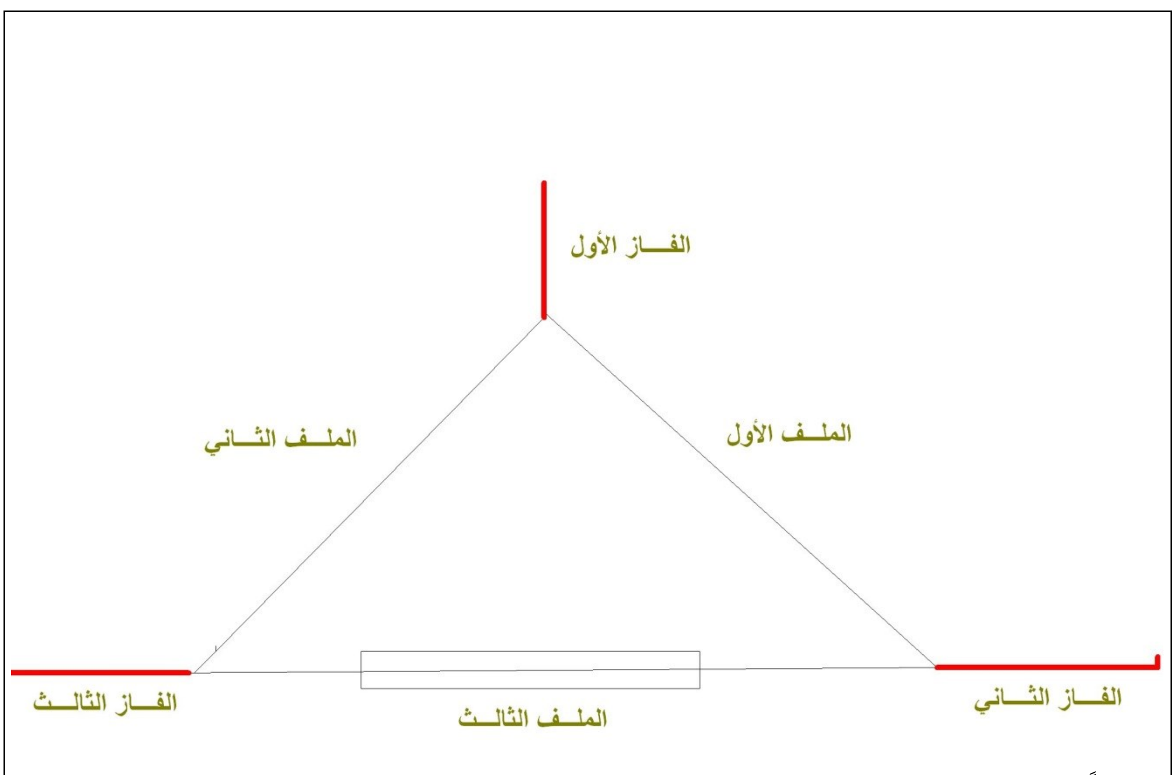
أي أن الملفات الثلاثة الموجودة ضمن مولد 3 فاز توصل مع بعضها البعض على شكل حرف واي Y : النقطة الوسطى التي تلتقي فيها الخطوط الثلاثة هي محايد الدارة أما الأطراف الثلاثة فهي أطراف تغذية الحمل



الطريقة المثلثية - طريقة دلتا Delta connection

في طريقة الوصل هذه يتم وصل نهاية كل ملف ضمن مولدة 3 فاز مع بداية الملف الثاني و بذلك تتشكل لدينا حلقة مغلقة ، و في طريقة الوصل هذه لا توجد نقطة محايد مشتركة common neutral point .

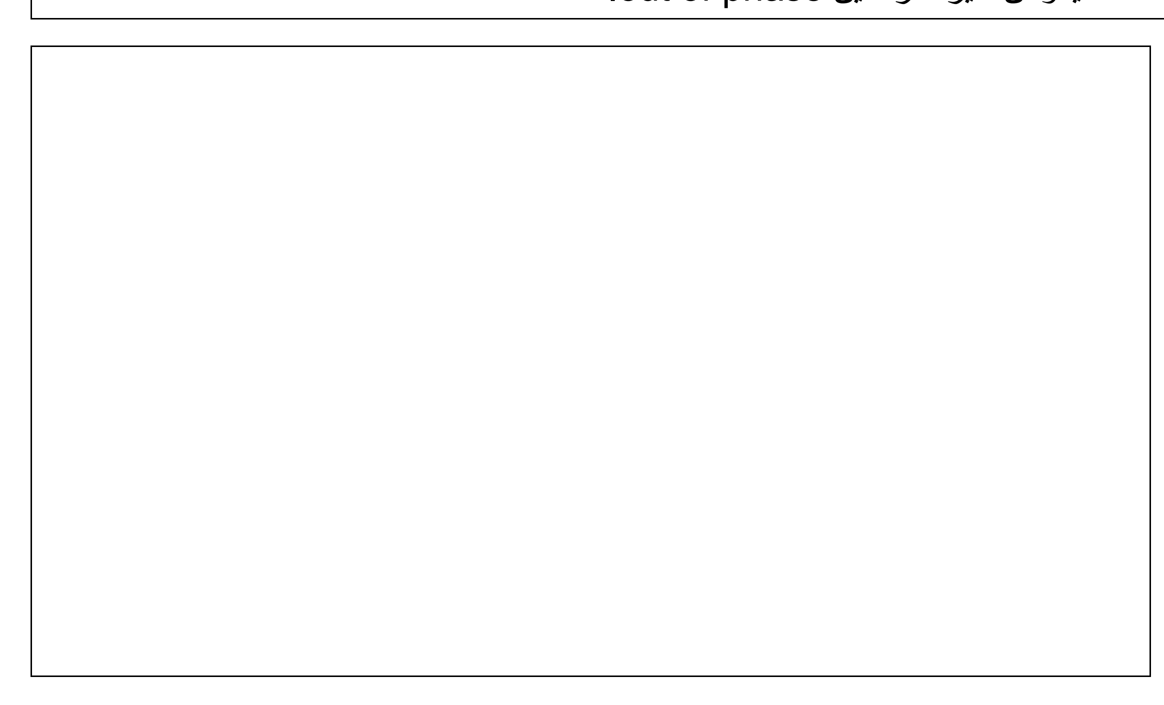
الطريقة الوحيدة لوصل الحمل هي عند نقاط التقاء الفازات أي عند رؤوس الملفات الثلاثة:



إن كلاً من التيار المتناوب و الجهد المتناوب يتحركان بشكلٍ متزامنٍ مع بعضهما البعض في موجة التيار المتناوب أي أنهما متزامنين و متوافقين **In phase.**

في المقاومات يتصرف التيار المتناوب كأنه تيارٌ مستمر.

في المكثفات في حال الموجات الجيبية فإن التيار يسبق الجهد أي أن كلاً من الجهد و التيار في المكثفات يكونان غير متزامنين out of phase.



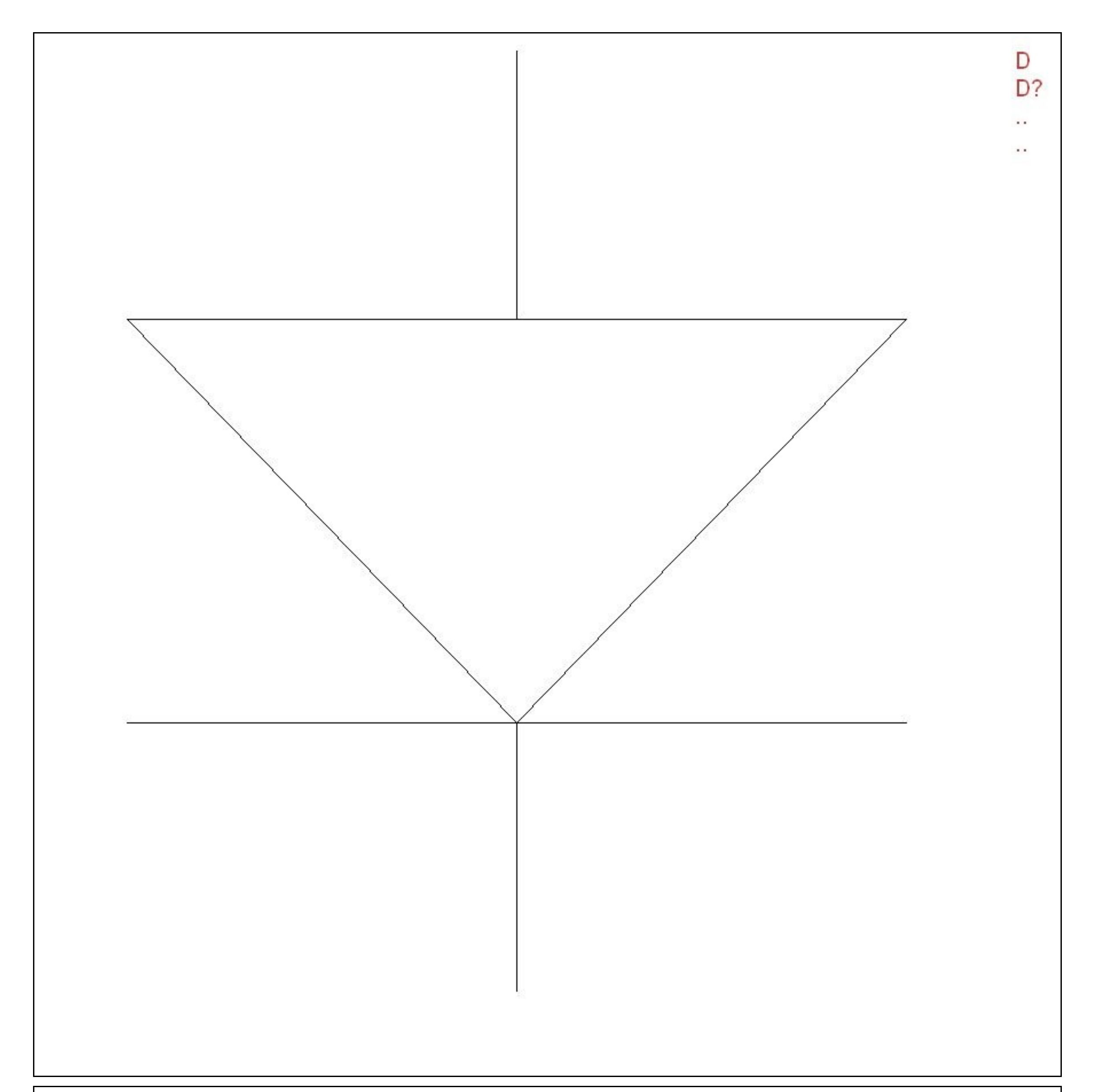
استخدام الدايود كعنصر أمان

ذكرت سابقاً بأن الدايود هو صمام عدم رجوع لا يسمح للتيار الكهربائي بالمرور إلا في اتجاهٍ واحد و لذلك فإن الدايودات توضع في بداية دارات التغذية و الشحن لتوجيه التيار المتناوب عديم الاتجاه و إرغامه على أن يكون له اتجاهٌ معين وهو الأمر الذي يدعى بتقويم التيار الكهربائي ، و لكن ماذا إذا وجدنا دايود في منتصف الدارة أو في نهايتها ؟

إذا وجدنا دايود داخل الدارة و ليس في بدايتها ، أو إذا وجدنا دايود في دارة تعمل على التيار المستمر فإن ذلك الدايود لا يقوم بتقويم التيار الكهربائي المتردد و إنما فإن ذلك الدايود يقوم بمهمة حماية.

بما أن الدايود هو عبارة عن صمام عدم رجوع يمنع التيار الكهربائي من التدفق في الاتجاهين و يرغمه على التحرك في اتجاهٍ واحدٍ فقط فإنه يوضع بين عنصرين ذوي جهدين متباينين ، فنضع الدايود بين عنصرٍ ذو جهدٍ منخفض و عنصر آخر ذو جهدٍ مرتفع و ذلك منعاً للجهد المرتفع من الوصول إلى العنصر ذو الجهد المنخفض مما سيؤدي إلى اتلافه، بمعنى أن الدايود سيسمح للتيار الكهربائي بالتحرك من العنصر ذو الجهد المنخفض باتجاه العنصر ذو الجهد المرتفع و لكنه لن يسمح بحدوث العكس ، أي أنه لن يسمح للتيار الكهربائي بالتحرك من العنصر ذو الجهد المرتفع نحو العنصر ذو الجهد المنخفض ، وهو الأمر الذي إن حدث فإنه سيؤدي إلى إتلاف العنصر ذو الجهد المنخفض.

على سبيل المثال يمكن استخدام الدايود كعنصر حماية للعناصر الحساسة مثل عناصر التحكم مثلاً بحيث تتمكن عناصر التحكم من تمرير أوامرها للعناصر التي تحوي جهود مرتفعة دون أن يسمح للجهود العالية بالارتداد إلى عناصر التحكم على المسارات التي تصل عناصر التحكم بالعناصر المتحكم بها وهو الأمر الذي سيؤدي إلى إتلاف عناصر التحكم



Varistor مقاومة الحماية المتغيرة - الفاريستور

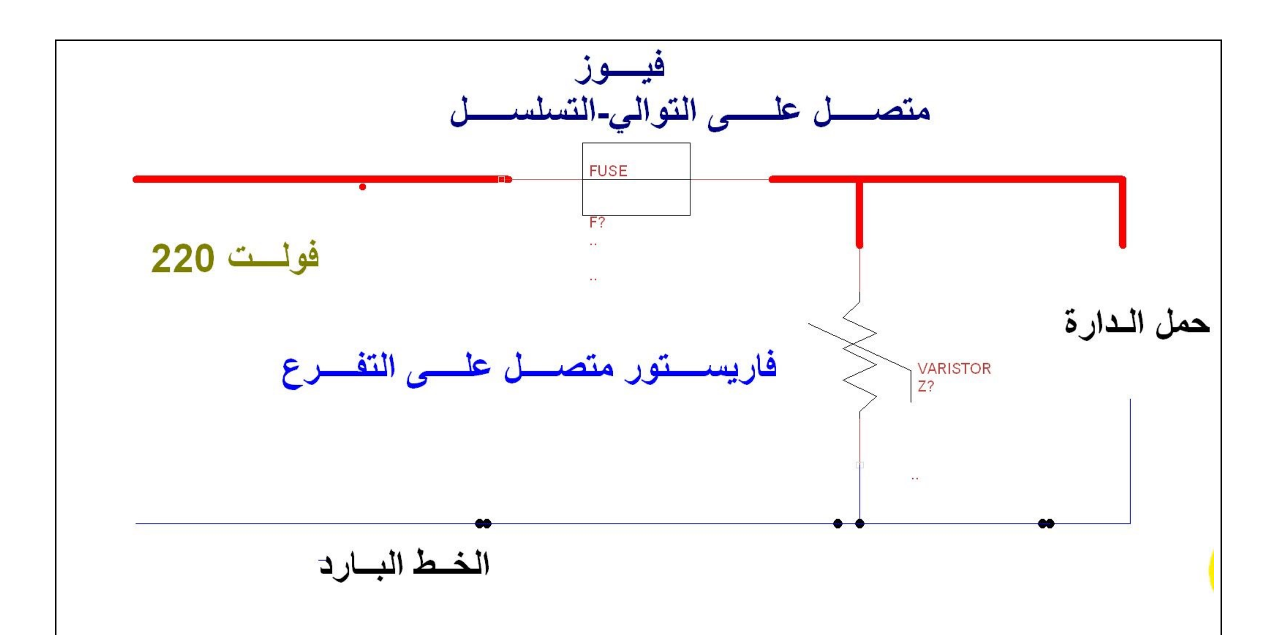
الفاريستور عبارة عن مقاومة متغيرة variable resistor و هذا الفاريستور لا يخضع لقانون أوم.

شكل الفاريستور : للفاريستور أشكال متعددة أشهرها شكل حبة العدس

مهمة الفاريستور : حماية الدارة من الجهود المرتفعة

تركيب و موقع الفاريستور في الدارة : يتم تركيب الفاريستور في بداية الدارة على التوازي

تركيب الفاريستور شديد البساطة : في بداية الدارة نصل قطب الفاريستور الموجب بسلك التغذية الموجب و نصل قطب الفاريستور السالب بسلك التغذية السالب (الخط الراجع)





)

نقوم بتركيب الفاريستور كما نركب المكثف أو المتسعة على التوازي أي كأننا نصنع بهذا الفاريستور دارة قصر تصل القطب الموجب بالقطب السالب.

آلية عمل الفاريستور : تبلغ مقاومة الفاريستور آلاف الأومات و بما أن التيار الكهربائي تيارٌ كسول فإنه يتابع طريقه و كأن الفاريستور لا وجود له – لماذا؟

لأن مقاومة الفاريستور أعلى بكثير من مقاومة الدارة ، و بما أن التيار الكهربائي يسلك الطريق الأقل مقاومة فإنه يتجنب العبور عبر الفاريستور

ولكن بمجرد أن يمر جهدٌ أعلى من الجهد المسموح به فإن مقاومة الفاريستور تنهار بشكلٍ متسارع و تهبط من آلاف الأومات إلى صفر أوم

ما الذي يحدث عندما تنهار مقاومة الفاريستور من آلاف الأومات إلى صفر أوم ؟

في هذه الحالة تصبح مقاومة الفاريستور أدنى من مقاومة بقية الدارة و لهذا السبب فإن التيار الكهربائي يتجه إلى الفاريستور و يمر خلاله بدلاً من أن يتجه نحو الدارة.

لماذا؟

لأن التيار الكهربائي يسلك المسار ذو المقاومة الأدنى.

بعد أن تصبح مقاومة الفاريستور أدنى من مقاومة بقية الدارة و بعد أن يتدفق التيار الكهربائي إلى الفاريستور يصبح هنالك اتصالٌ مباشر ما بين قطب التغذية الموجب و قطب التغذية السالب و كأننا وضعنا سلكاً قصيراً ما بين القطب السالب و القطب الموجب و عندها تصبح لدينا دارة قصر (شورت) عند الفاريستور مما يؤدي إلى احتراق الفاريستور ، و هو الأمر الذي يؤدي إلى قطع التيار الكهربائي عن الدارة و حماية الدارة

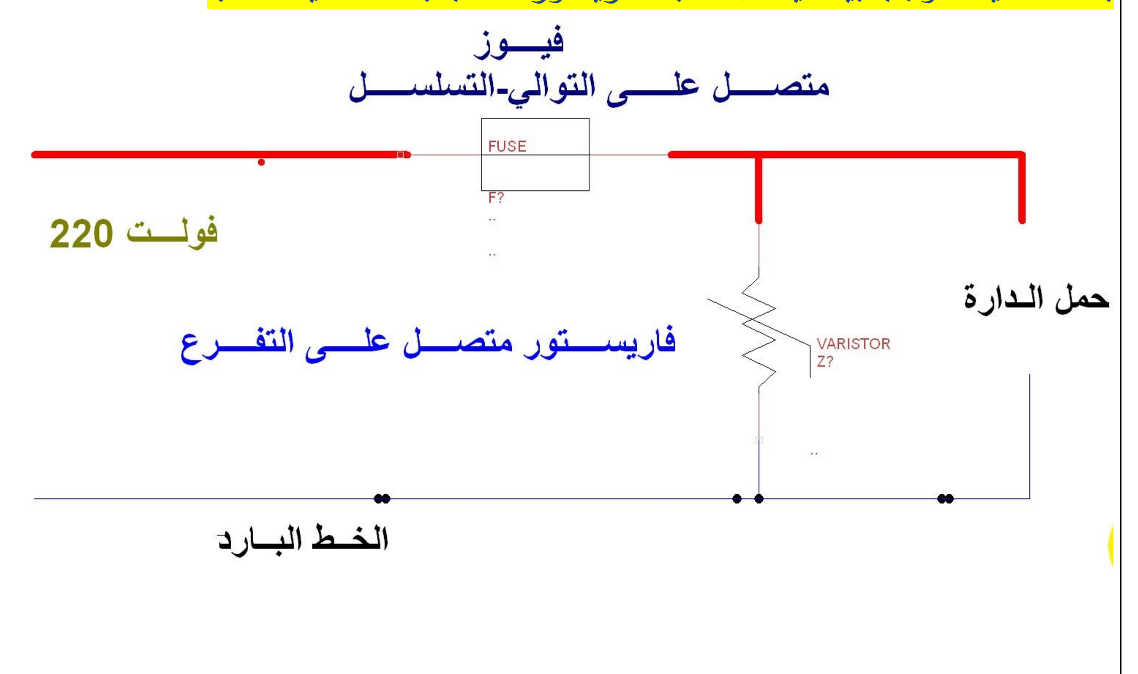
و منعاً لاحتراق الفاريستور في هذه الحالة يتم تركيب فيوز على سلك التغذية الموجب قبل الفاريستور أي يتم تركيب الفيوز على التوالي (التسلسل) قبل الفاريستور

إذاً

يدخل إلى الدارة سلكين يقومان بتغذيتها : سلكٌ موجب و سلكٌ سالب

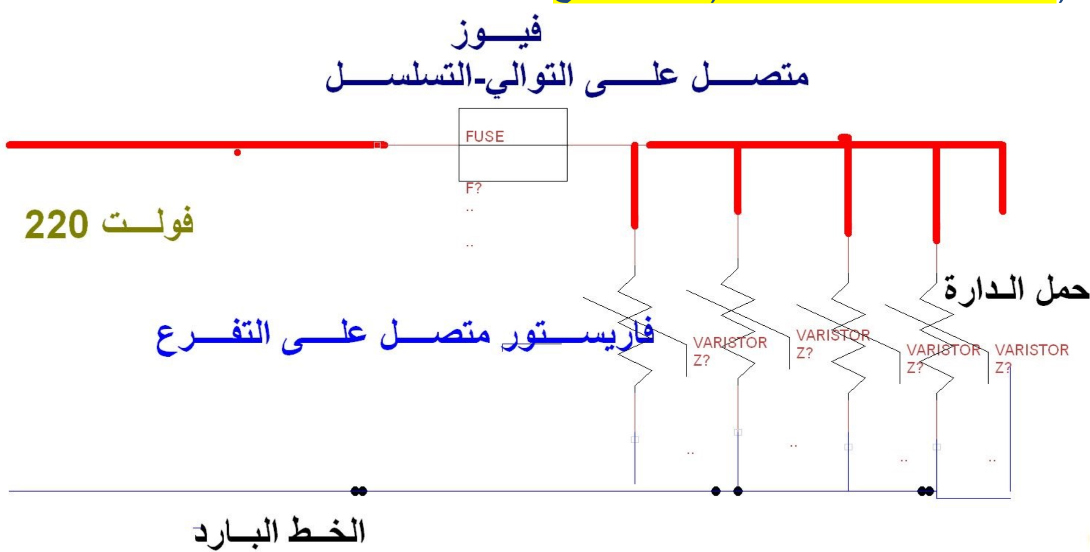
على القطب الموجب نقوم بتركيب فيوز على التسلسل لأن السلك الموجب يدخل من أحد قطبي الفيوز و يخرج من قطبه الثاني دون أن يتصل أبداً بالقطب السالب أو الراجع

بين السلكين الموجب و السالب نقوم بتركيب فاريستور على التوازي لأن قطبه الموجب يتصل بخط التغذية الموجب بينما يتصل قطب الفاريستور السالب بخط التغذية السالب



يتوجب تركيب الفيوز قبل الفاريستور

□ زيادةً في عامل الأمان يمكننا أن نقوم بتركيب عدة فاريستورات على التوازي في بداية الدارة بحيث نصل موجب كل فاريستور منها إلى خط التغذية الموجب و بحيث نصل كل الأقطاب السالبة للفاريستورات بالخط السالب (الخط الراجع) .



□في الحالات الاعتيادية عندما نقيس الفاريستور فإن المقياس يشير إلى دارة مفتوحة ، أي أنه يظهر العدد 1 على شاشته أو يظهر على شاشته الرمز OL

Open Loop

ذلك أنه لا يكون هنالك أي اتصالٌ بين قطبي الفاريستور في الحالات الاعتيادية و بالتالي لا يمكن للتيار الكهربائي أن يمر من خلاله

و لكن عندما يرتفع الجهد الكهربائي فوق الحد الذي يسمح به الفاريستور فإن قطبي الفاريستور يتصلان ببعضهما البعض و تنهار مقاومة الفاريستور بشكل لحظي لتصبح قريبةً من الصفر و بما أن قطبي الفاريستور يكونان متصلين بقطبي تغذية الدارة : أي أن موجب الفاريستور يكون متصلاً بخط التغذية الموجب ، بينما يكون قطب الفاريستور السالب متصلٌ بخط التغذية السالب و بما أن مقاومة الفاريستور قد انهارت فإن الفاريستور يصبح و كأنه سلكٌ عادي يصل القطب السالب بالقطب الموجب وهو الأمر الذي يؤدي إلى حدوث دارة قصر (شورت) أي اتصال قطب الدارة الموجب بقطبها السالب بشكلٍ مباشر و بما أن التيار الكهربائي تيارٌ كسول يسلك أقصر الطرق و أقلها مقاومةً فإن التيار الكهربائي يتدفق إلى الفاريستور بدلاً من أن يتدفق إلى الدارة الإلكترونية وهو الأمر الذي يؤدي إلى تلف الفيوز و في أسوأ الاحتمالات يمكن أن يؤدي إلى تلف الفاريستور بدلاً من تلف الدارة الإلكترونية.

ما الذي سيحدث لو كان هنالك فيوز و لم يكن هنالك فاريستور ؟

في هذه الحالة من الممكن أن تتلف الدارة بينما يبقى الفيوز سليماً

نصل المقاومة الفيوزية المتغيرة (الفاريستور) على التوازي بشكلٍ معترض بين قطبي تغذية الدارة بحيث نصل موجب الفاريستور إلى الخط الموجب بينما نصل سالب الفاريستور إلى خط التغذية السالب

نصل الفيوز على التوالي (التسلسل) على خط التغذية الموجب □

اختبار مقاومة الحماية المتغيرة-الفاريستور

نضبط المقياس على وضعية الصفير

نصل مجسي المقياس إلى قطبي الفاريستور مع مراعاة القطبية : المجس الموجب للمقياس على القطب الموجب للفاريستور و المجس السالب على القطب السالب

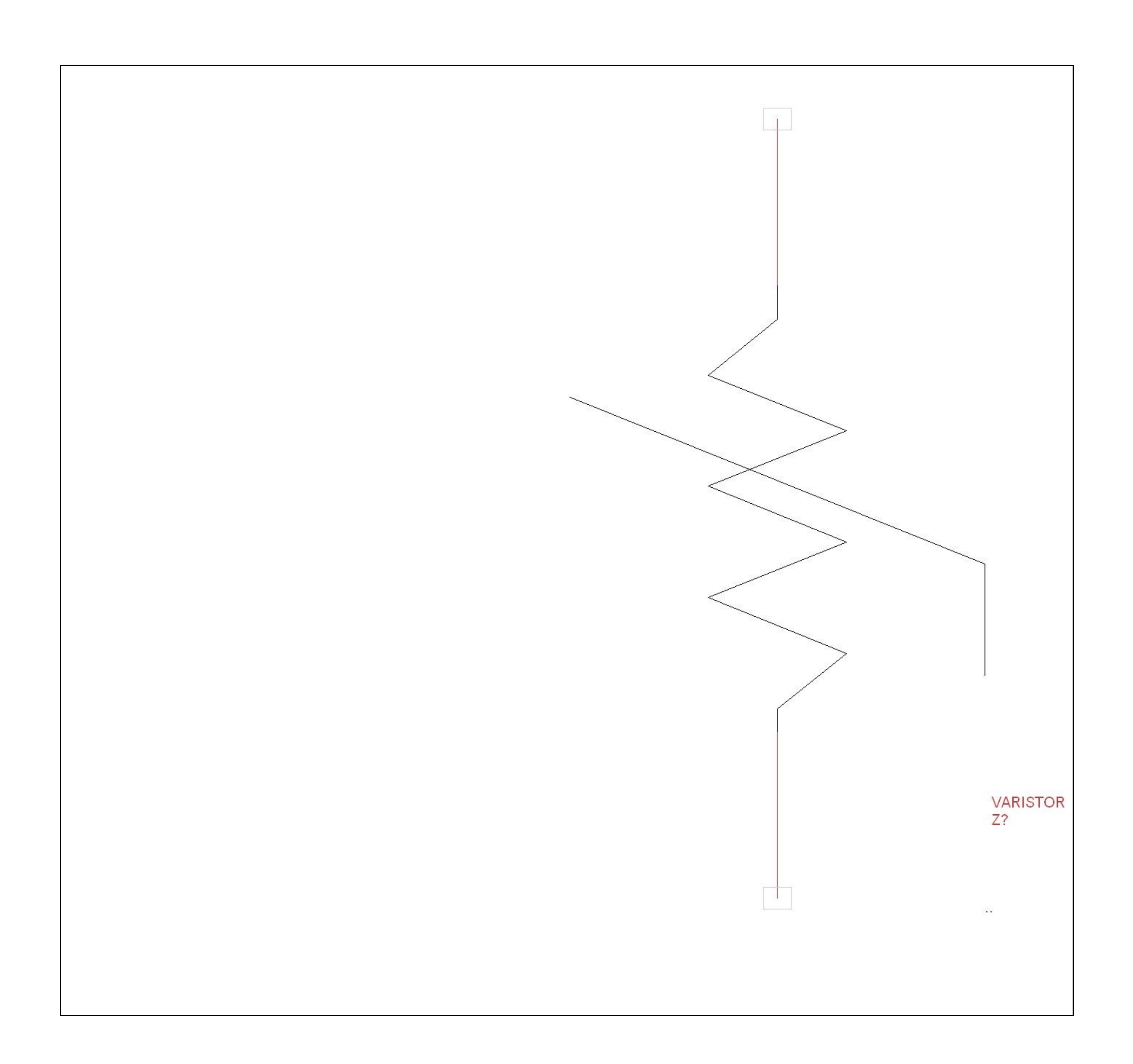
إذا ظهر على شاشة المقياس العدد واحد 1 أو رمز الدارة المفتوحة , OL – Open Loop في إشارةٍ إلى أنه لا يوجد أي اتصال بين قطبي الفاريستور ، أي أنه لا يسري أي تيارٍ كهربائي بين قطبي الفاريستور فإن هذا يعني بأن الفاريستور سليم.

يجب ان لا يمرر الفاريستور التيار الكهربائي إلا في الحالات الطارئة عندما يرتفع الجهد فوق حدٍ معين

إذا أصدر المقياس صفيراً أو إذا ظهرت قراءة على شاشة المقياس بين قطبي الفاريستور فهذا يعني بأن الفاريستور تالف ، لماذا؟

لأن هذا يعني بأن الفاريستور يمرر التيار الكهربائي بين قطبيه بينما يفترض فيه أن لا يمرر التيار الكهربائي إلا في الحالات الطارئة عند ارتفاع الجهد

كقاعدة عامة : إن قياس الفاريستور معاكسٌ تماماً لقياس الفيوز و المقاومة ، إذ بينما يفترض في الفيوز السليم و المقاومة السليمة أن يقوما بتمرير التيار الكهربائي بين قطبيهما لا يفترض في الفاريستور السليم أن يمرر التيار الكهربائي أبداً بين قطبيه في الظروف الطبيعية

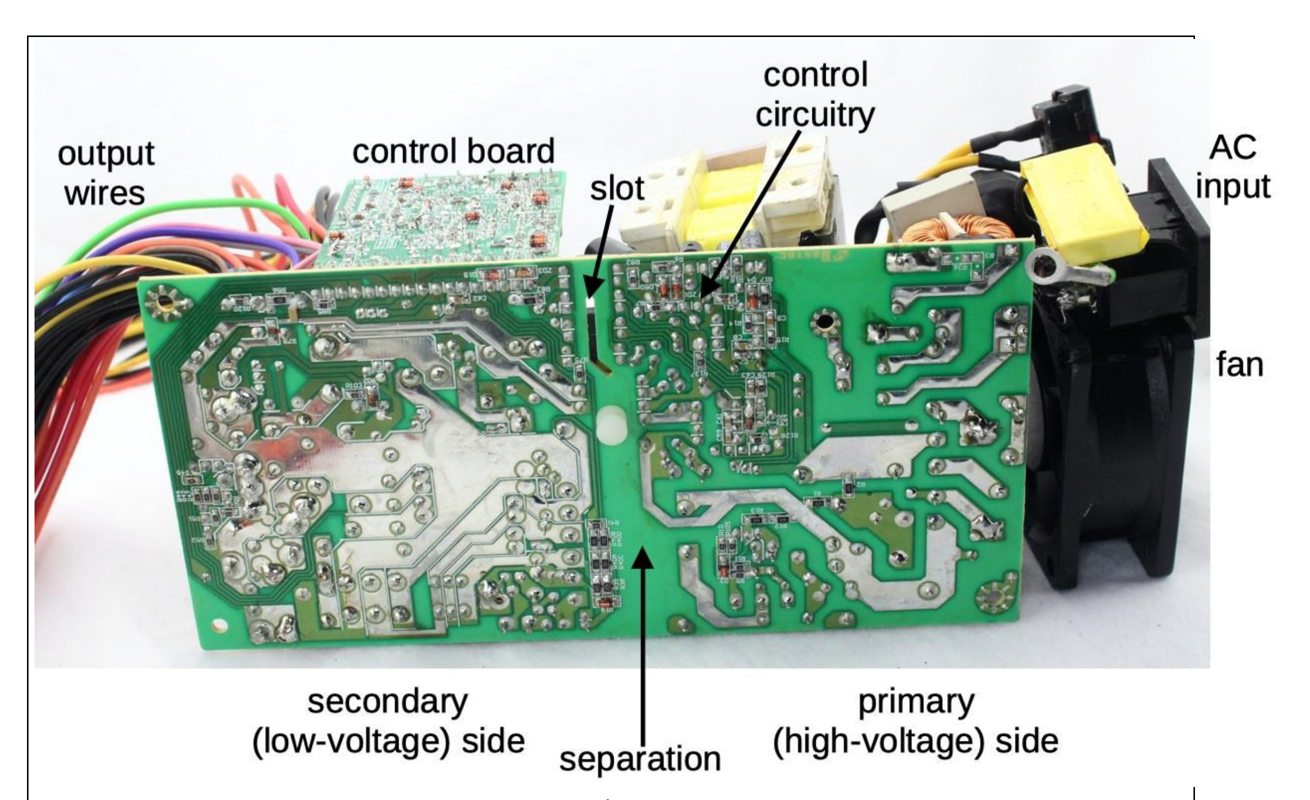

VARISTOR
Z?



المزاوج الضوئي – الفوتوكوبلار – الأوبتوكوبلارoptocopular-photocoupleur

يؤمن المزاوج الضوئي (الفوتوكوبلار) تواصلاً بين دارتين معزولتين عن بعضهما البعض عزلاً تاماً إحداهما تعمل بجهدٍ متردد مرتفع 220 Vأو 110 فولت و الثانية تعمل بجهدٍ مستمرٍ منخفض 12Vمثلاً موجودتين على لوحةٍ واحدة كما هي الحال في دارات التغذية و الشحن

فإذا نظرنا إلى اللوحة الإلكترونية لدارة تغذية أو شحن من جهتها السفلى فإننا سنجد بأن اللوحة منقسمة إلى جزئين اثنين لايوجد أي ارتباطٍ كهربائي مباشر بينهما ، و نجد بأن أحد هذين القسمين يتعامل مع جهدٍ متردد مرتفع بينما يتعامل القسم الثاني مع جهدٍ مستمرٍ منخفض.



لماذا نستخدم المزاوج الضوئي (الفوتوكوبلار) لتأمين الاتصال بين هاتين الدارتين ولا نستخدم طرق التواصل المباشر؟

لأنه في حال حدوث أي خلل فإن جهداً قدره 220 Vفولت سيتدفق باتجاه العناصر الإلكترونية الحساسة و سيتسبب في تلفها جميعاً ، هذا في حال كان هنالك اتصالٌ سلكي مباشر بين الدارتين أما في حال كانت الدارتين معزولتين عن بعضهما البعض فإن هذا الأمر غير ممكن الحدوث و لهذا السبب فإن التواصل بين الدارتين يتم بشكلٍ ضوئي لاسلكي.

لو أننا نظرنا إلى لوحة إلكترونية يدخل إليها جهدٌ مرتفع 220 Vأو 110 Vمن جهتها السفلية لوجدنا بأنها تنقسم إلى قسمين منعزلين تماماً ، كما اننا سنجد بأن هنالك عنصرين فقط يربطان قسمي اللوحة ببعضهما البعض و هما المزاوج الضوئي (الفوتوكوبلار) و المحول (الترانس) و في الحقيقة أن ما يميز هذين العنصرين أن كل منهما يتألف من جزئين معزولين عن بعضهما عزلاً تاماً فالفوتوكوبلار يتألف من دايود مصدر للضوء و ترانزستور ضوئي : الدايود الضوئي يكون متصلاً بالدارة الأولى بكلا قطبيه ، بينا يكون الترانزستور الضوئي متصلاً بالدارة الثانية بكلا قطبيه كذلك دون أن يكون هنالك أي تصالٍ سلكي بينهما ، و كذلك هي الحال بالنسبة للمحول حيث أنه يتألف من ملفٍ ابتدائي و ملفٍ ثانوي : الملف الابتدائي يكون متصلاٍ بكلا قطبيه بالدارة الأولى بينما يكون معزولاً بشكلٍ كلي عن الملف الثانوي ، وكذلك فإن الملف الثانوي يكون متصلاً بالدارة الثانية بكلا قطبيه بينما يكون معزولاً عزلاً تاماً عن الملف الابتدائي ولا يوجد أي اتصالٍ سلكي بينهما و إنما هنالك حقلٌ مغناطيسي يتولد بينهما ولا شيء غير ذلك.

يكون طرفي المزاوج الضوئي الموجودين على طرفه الأول متصلتين بالدايود الضوئي من الداخل ، أما طرفيه الموجودين على طرفه الثاني فيكونان متصلتين بالترانزستور الضوئي. من الداخل

الخط المحايد و الخط الأرضي

يتم توصيل محركات 3 فاز دون خطٍ محايد : الخطوط الثلاثة التي تغذي محركات 3 فاز تكون خطوط قدرة ولا يوجد محايدٌ بينها .

إن محرك 3 فاز يتألف من ثلاثة ملفات متماثلة تماماً و تكون بداية كل ملفٍ من هذه الملفات الثلاثة متصلة بفاز (خط) واحد من خطوط التغذية الثلاثة .

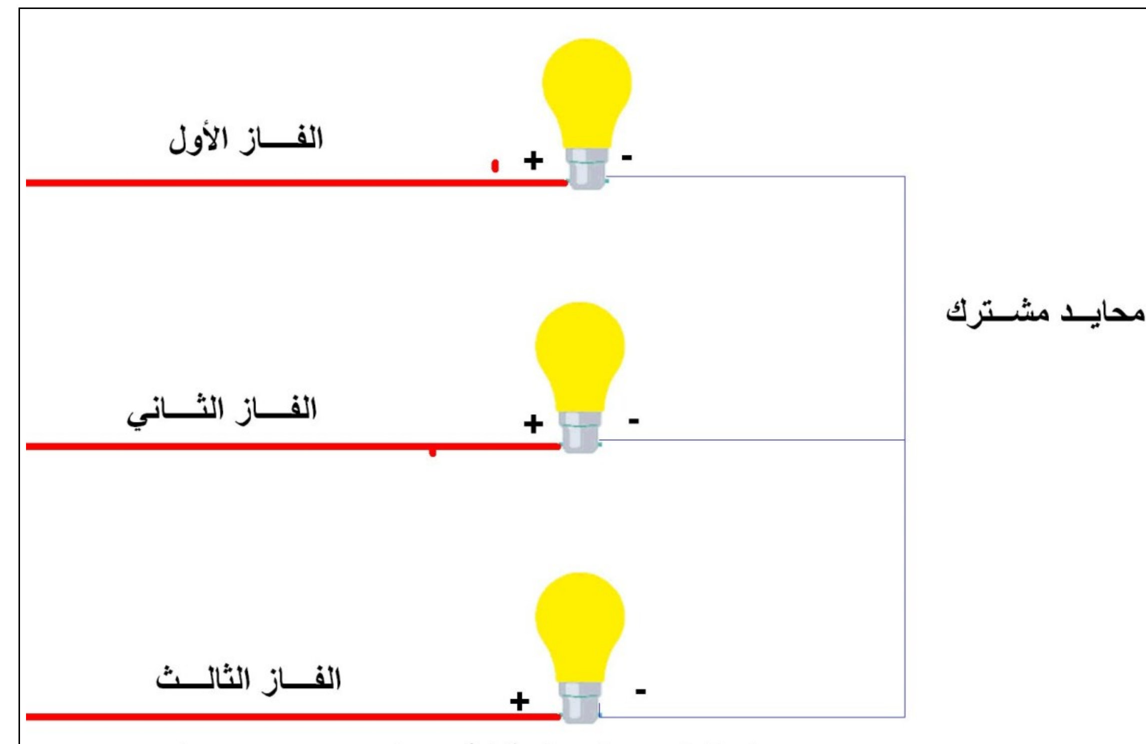
إذاً تكون بداية كل ملف من الملفات الثلاثة الموجودة في محركات 3 فاز متصلة بخطٍ من خطوط القدرة الثلاثة.

أما نهايات الملفات الثلاثة الموجودة في محرك 3 فاز فإنها تكون متصلةً مع بعضها البعض ، و هذه النهايات الثلاثة تشكل مع بعضها البعض المحايد في محركات 3 فاز.

إذاً :

حالة الحمال المتماثلة

إذا كان لدينا 3 فاز ، أي إذا كانت لدينا ثلاثة خطوط قدرة و إذا كانت لدينا ثلاثة أحمالٍ متماثلة من أي نوع و لتكن مثلاً ثلاثة مصابيح فإننا نصل موجب كل مصباح بأحد الفازات الثلاثة و من ثم فإننا نصل الأقطاب السالبة لتلك المصابيح مع بعضها البعض و بذلك تكتمل الدارة و تضيء المصابيح الثلاثة.





حالة الأحمال غير المتماثلة

و لكن ماذا لوكانت لدينا ثلاثة أحمالٍ غير متساوية ، مثلاً ماذا لو كانت لدينا 3 مصابيح متباينة من حيث استطاعتها ؟

في تلك الحالة فإننا نصل موجب كل حمل إلى خطٍ من خطوط القدرة (فاز) كالمعتاد ، و لكننا في هذه الحالة لن نستطيع أن نصل الأقطاب السالبة لتلك المصابيح مع بعضها .

لماذا؟

لأن هذه المصابيح الثلاثة متباينة من حيث استطاعتها.

و لو أننا وصلنا الأقطاب الثلاثة مع بعضها البعض فهنالك احتمال أن يصل جهدٌ مرتفعٌ إلى أحدها فيتلف و من الممكن أن يصل جهدٌ منخفضٌ جداً إلى أحدها فلا يضيئ و من الممكن أن يصل جهدٌ طبيعي إلى أحدها فيضيء بشكلٍ طبيعي.

و لذلك فإننا حتى نضمن أن تضيء هذه المصابيح الثلاثة فإننا و بكل بساطة نصل الأقطاب السالبة لهذه المصابيح الثلاثة إلى خطٍ محايدٍ حقيقي و هو الخط المحايد الآتي من المحول العام للشبكة.

الفـــاز الأول + - نصـــله بـــالخط المحايـــد للشـــبكة

الفـــاز الثـــاني + - نصـــله بـــالخط المحايـــد للشـــبكة

الفـــاز الثالـــث + - نصـــله بـــالخط المحايـــد للشـــبكة

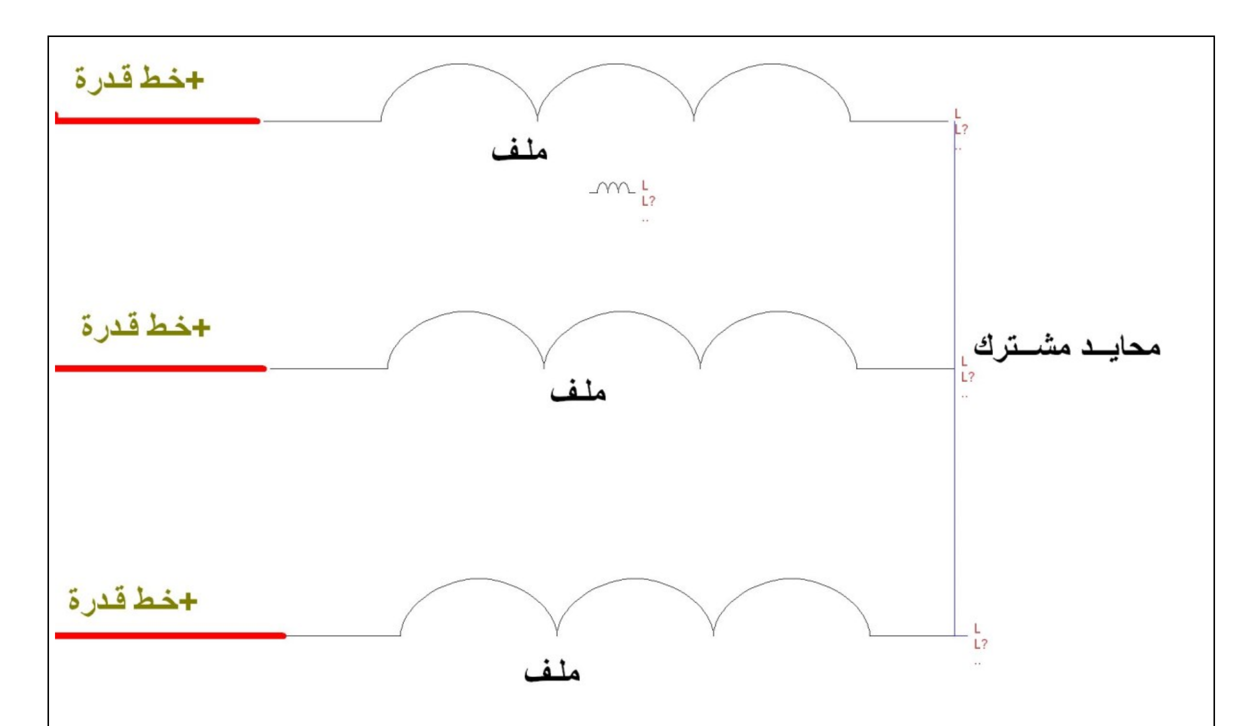
إذا كانـــت الأحمـــال غـــير متماثلـــة فإننـــا نصـــل أقطابهـــا الســـلبية بمحايـــد الشـــبكة

كيف يتم صنع الخط المحايد في محول الشبكة؟

يحوي محول الشبكة عدداً من الملفات يساوي عدد خطوط القدرة .

تكون بداية كل ملفٍ من ملفات المحول متصلة بخطٍ من خطوط القدرة بشكلٍ منفصل.

تكون نهايات الملفات الموجودة في محول القدرة متصلةً مع بعضها البعض و بذلك فإنها تشكل خطاً محايداً .



الخط الأرضي :

الخط الأرضي هو الخط الذي يكون متصلاً بأرض المنزل عن طريق قضيبٍ معدني يغرس في التربة وهي العملية التي تعرف بعملية التأريض .

المحايد:

يأتي خط المحايد (النيوترال) من المحول عند توصيل الفازات (الخطوط) بشكلٍ نجمي.

عند تباين الأحمال يكون هنالك أمبيرٌ على خط المحايد، أما في حال كانت الأحمال متماثلة فإن الأمبير على خط المحايد المشترك يكون صفراً.

كلما ازداد التباين بين الأحمال المتصلة بخطٍ محايد واحد يرتفع الأمبير في خط المحايد المشترك و العكس صحيح ، أي أنه كلما كانت الأحمال أكثر تشابهاً في الفازات المتصلة بخطٍ محايدٍ واحد انخفض الأمبير في ذلك الخط .

و عند تماثل الأحمال فإن أمبير الخط المحايد المشترك بين تلك الأحمال يصير صفراً .

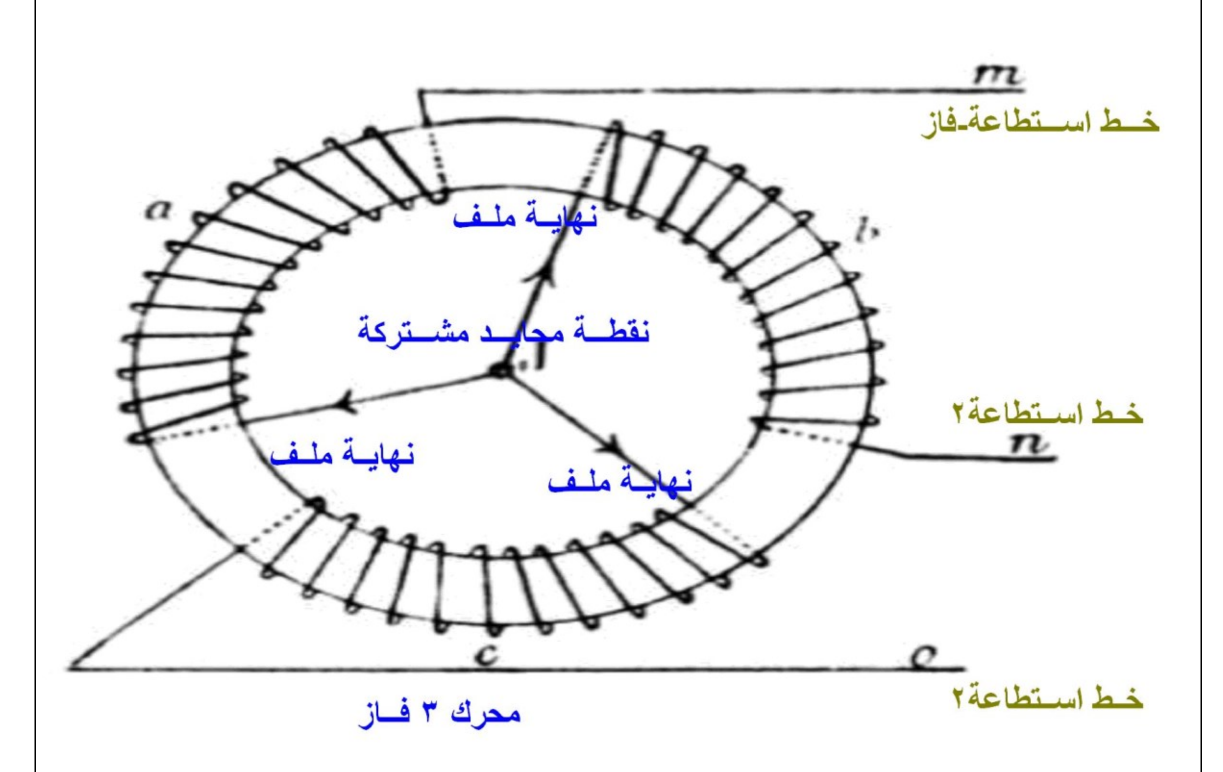
الأحمال المتماثلة عندما نقوم بوصلها على التوالي(التسلسل) فإنها تتقاسم الجهد فيما بينها بالتساوي ، فإذا كان لدينا جهدٌ قدره 600 فولت و كانت لدينا ثلاثة مصابيح متماثلة متصلة مع بعضها على التوالي (مثل حبات العقد) فإن كل مصباحٍ منها سوف يأخذ 200 فولت :

$600 \div 3 = 200$



يمكن أن يصبح أمبير المحايد أعلى من أمبير خطوط التيار الكهربائي و في تلك الحالة غالباً ما يؤدي ذلك إلى انقطاع الخط المحايد.

يتم قياس الأمبير على الفازات (الخطوط) باستخدام مقياس الأمبير الذي يعرف باسم (بانسة الأمبير) او (بينسة الأمبير).



محرك 3 فاز (ثلاثي الأطوار) يتألف من ثلاثة ملفات .

تكون بداية كل ملف متصلة بخط استطاعة (فاز)

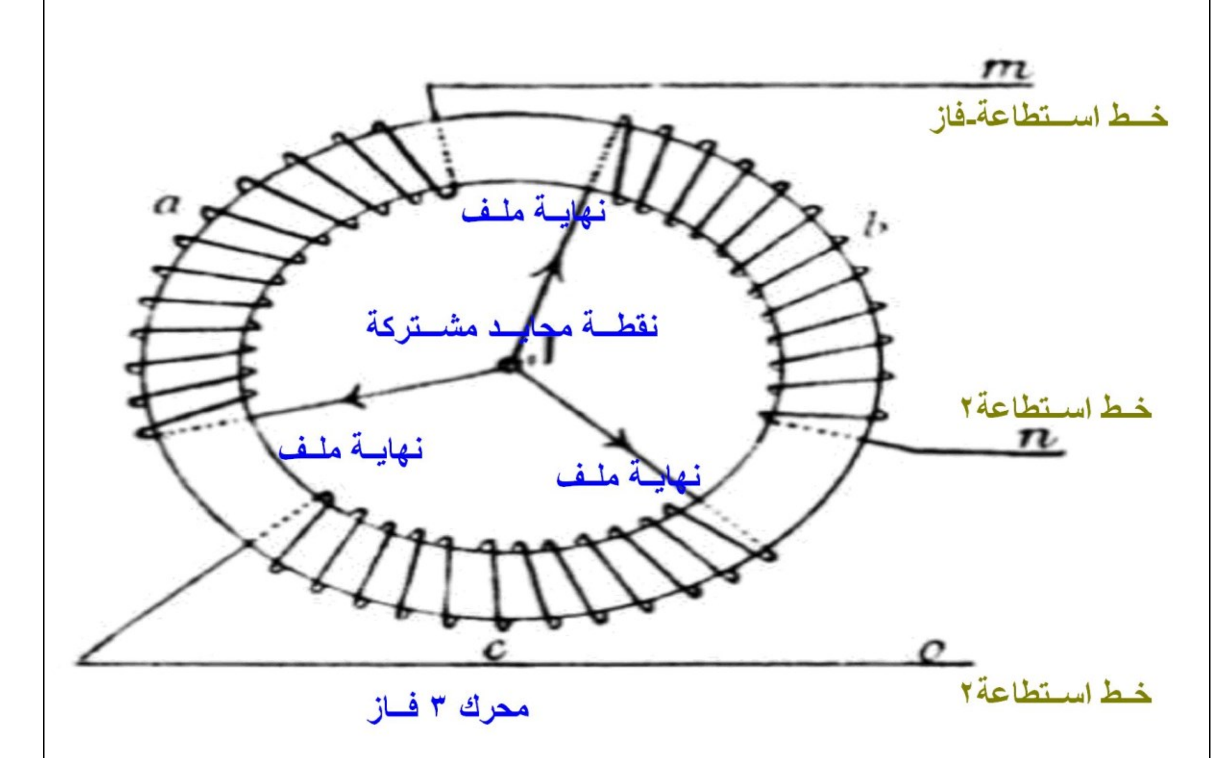
تكون نهاية جميع الملفات متصلة مع بعضها البعض و نقطة الاتصال تلك تشكل القطب المحايد لتلك الملفات الثلاثة.

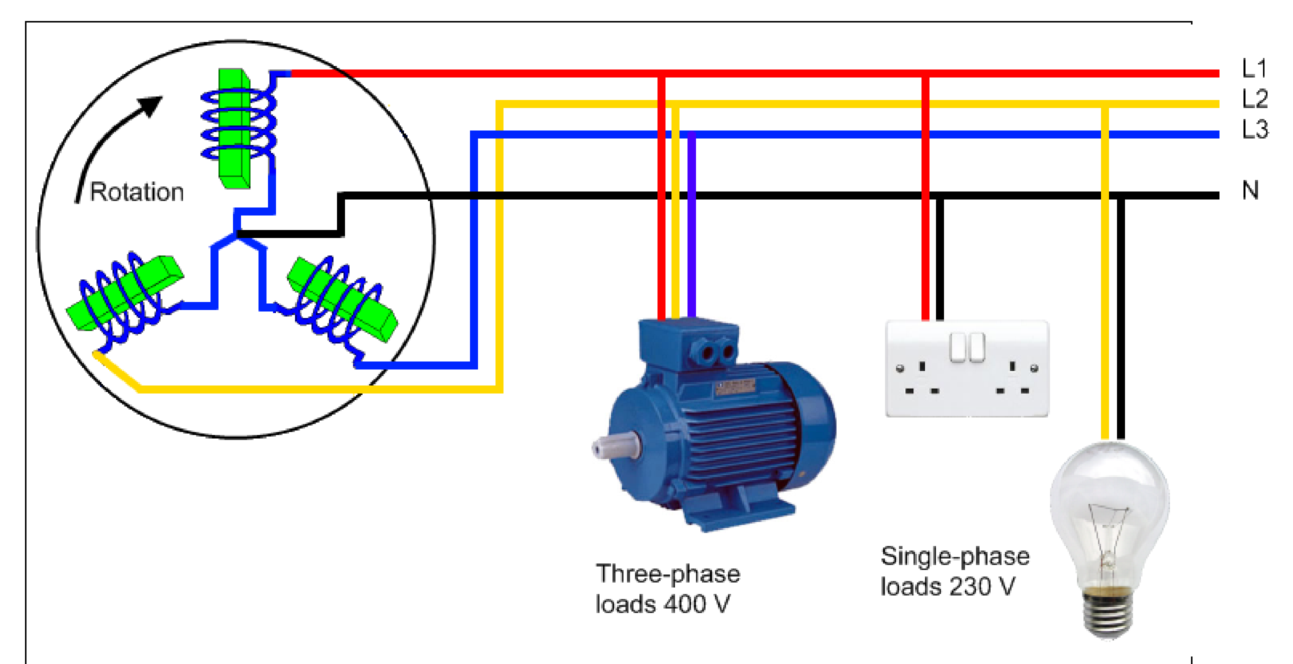
أي أنه لدينا ثلاثة ملفات لها ثلاث بدايات منفصلة عن بعضها .

و لدينا ثلاثة خطوط قدرة

تكون بداية كل ملف متصلة بخط تغذية (فازة) .

لدينا ثلاثة نهايات متصلة مع بعضها البعض مشكلةً الخط المحايد أو الراجع.

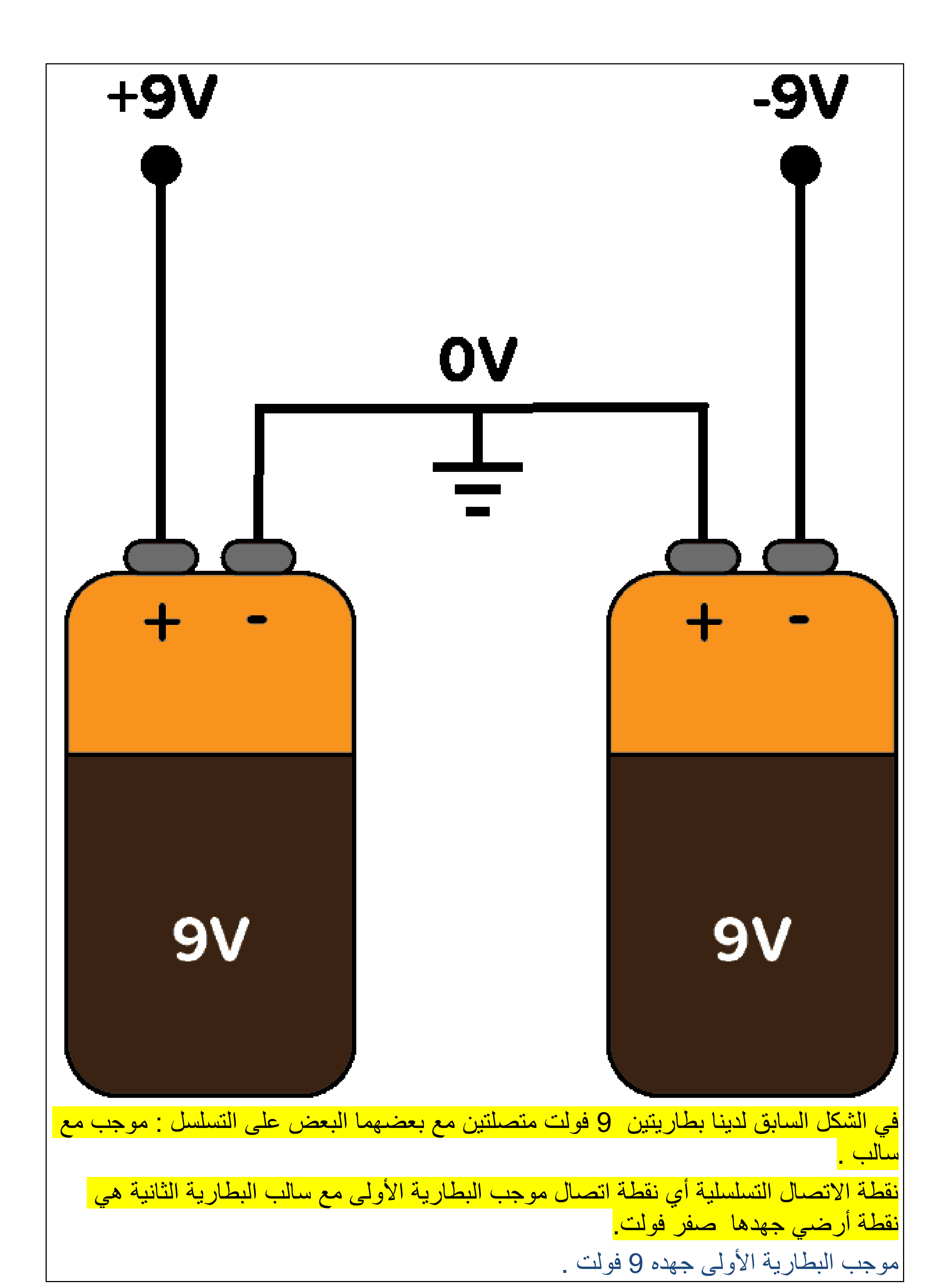




كما ترون فإن لدينا ثلاثة خطوط قدرة (3 فازات) : أحمر -أزرق- أصفر.
L1 ,L2,L3. لدينا محرك ثلاثي الأطوار (3 فاز) يحوي ثلاثة ملفات
بداية كل ملفٍ من الملفات الثلاثة متصلة مع خطٍ من خطوط القدرة الكهربائية.
Nنهاية جميع الملفات الثلاثة تكون متصلة مع بعضها البعض مشكلةً الخط المحايد الأسود اللون
.
لاحظ كيف أن المصباح متصل بخط قدرة كهربائية (الخط الأصفر) كما أنه متصلٌ كذلك بخطٍ محايد وهو الخط الأسود اللون حتى تكتمل دارته.

الجهد السالب

في دارة الجهد السالب يكون القطب الموجب متصلاً بالنقطة المشتركة ، أي أنه يكون متصلاً بأرضي الدارة فيصبح جهد القطب الموجب صفر لأنه متصلٌ بأرضي الدارة ، بينما يصبح جهد القطب السالب تحت الصفر ، أي أن جهد القطب السالب يكون جهداً سلبياً أدنى من الصفر.

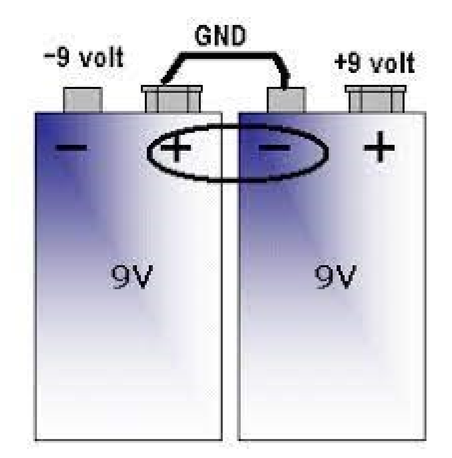


في الشكل السابق لدينا بطاريتين 9 فولت متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل : موجب مع سالب .

نقطة الاتصال التسلسلية أي نقطة اتصال موجب البطارية الأولى مع سالب البطارية الثانية هي نقطة أرضي جهدها صفر فولت.

موجب البطارية الأولى جهده 9 فولت .

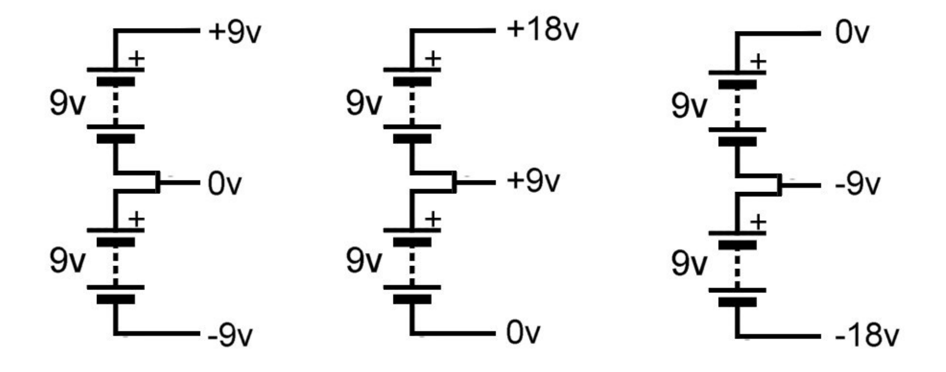
سالب البطارية الثانية يقع تحت الصفر لأنه يقع تحت نقطة الاتصال التسلسلية التي جهدها صفر فولت و بالتالي فإن سالب البطارية الثانية جهده سالب -9 فولت (ناقص 9 فولت)

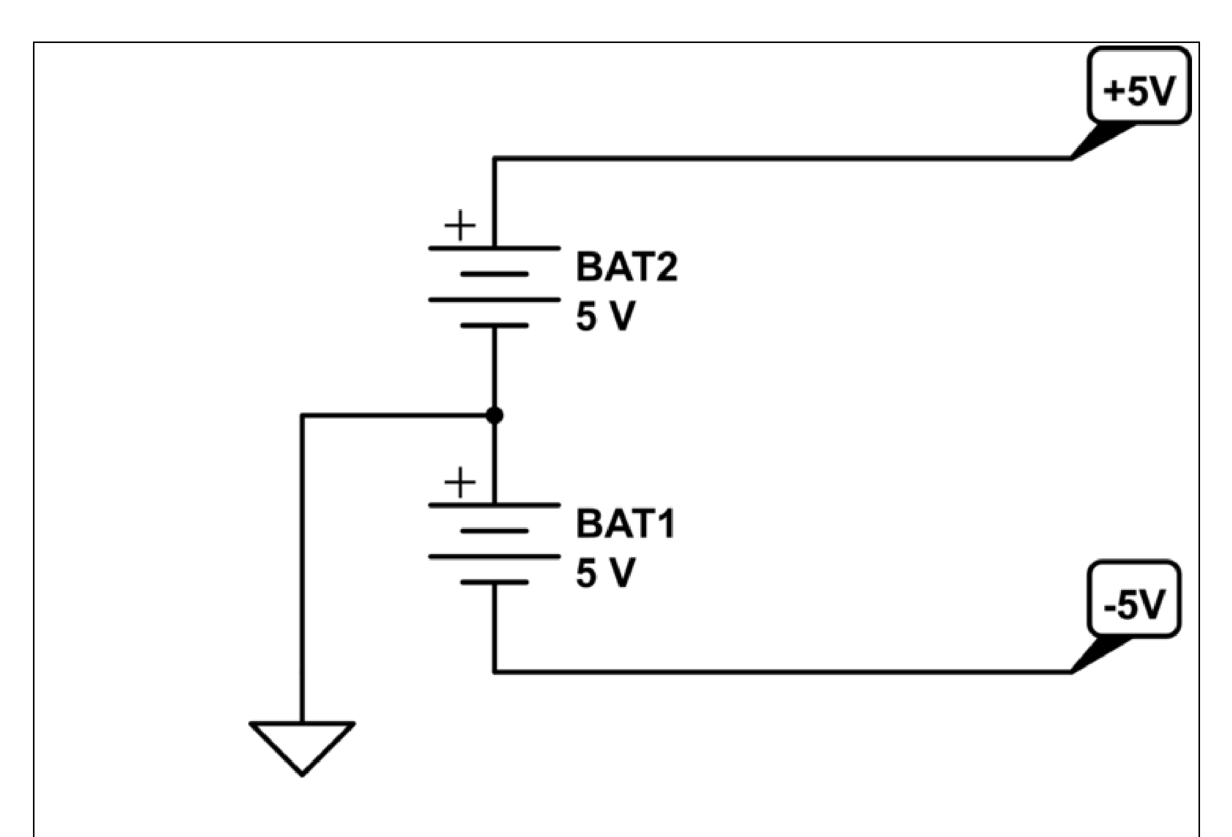


نقطة الاتصال التسلسلية ، أي نقطة اتصال موجب البطارية الأولى مع سالب البطارية الثانية هي نقطة أرضي جهدها صفر فولت.

القطب الموجب للبطارية الأولى يقع فوق مستوى الصفر و لذلك فإن جهده جهدٌ موجب قدره +9فولت.

القطب السالب للبطارية الثانية يقع تحت نقطة الصفر و لذلك فإن جهده جهدٌ سالب مقداره -9 فولت.





في الشكل السابق لدينا بطاريتين اثنتين جهد كلٌ منهما 5 فولت متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل أي أن موجب البطارية السفلى متصلٌ مع سالب البطارية العليا .

جهد موجب البطارية العليا يبلغ 5 فولت.

نقطة اتصال موجب البطارية السفلى مع سالب البطارية العليا هي نقطة الأرضي في هذه الدارة و جهدها يساوي الصفر.

سالب البطارية السفلى جهده يقع تحت جهد نقطة الأرضي أي أن جهده دون الصفر و تحديداً فإن جهده جهدٌ سالب يساوي ناقص 5 فولت.

دارة التوحيد ــدارة التقويم



دارة التوحيد ـــدارة التقويم

هل سألت نفسك يوماً لماذا يعمل الجهاز الإلكتروني بأي وضعٍ نضع الفيشة في البريزة .

أي لماذا يعمل الجهاز حتى لو وضعنا الخط الموجب لمقبسه(فيشته)في الخط السلبي للمأخذ(البريزة) او إذا فعلنا العكس أي إذا وضعنا الخط السلبي لفيشة الجهاز في الخط الموجب للبريزة؟

أصلاً هل هنالك للبريزة فعلياً قطبٌ موجب و قطبٌ سالب؟

سنتعرف هنا عن دارة التوحيد و هي دارةٌ شديدة الأهمية حيث أنها توجد في مداخل معظم إن لم نقل جميع الأجهزة الإلكترونية التي تعمل على تيار الشبكة المتردد 110- 220

دارة التوحيد أو دارة التقويم هي الدارة التي تحول التيار المتردد إلى تيارٍ مستمر يصلح لتغذية الأجهزة الإلكترونية كما أنها الدارة التي تسمح لنا بأن نضع فيشة الجهازَ في المأخذ(البريزة) باي وضعٍ كان. .

لا بد من وجود دارة التوحيد في بداية جميع دارات التغذية و الشحن.

تقوم الدايودات في دارات التقويم بشحن مكثف تنعيم التيار الكهربائي.

يتألف جسر التوحيد من أربعة دايودات و يتقوم هذه الدايودات بتحويل التيار المتردد 220 أو 110 فولت 50 هرتز إلى تيارٍ مستمر .

يتم توصيل كل دايودين سوياً في اتجاهٍ واحد .

يكون كل دايودين معاكسين في الاتجاه للدايودين الآخرين .

يتم تركيب دايودين اثنين على القطب الموجب لتيار الشبكة المتردد.

يتم تركيب دايودين اثنين على القطب السالب لتيار الشبكة المتردد.

و كما تعلمون فإن الدايود لا يسمح للتيار الكهربائي بالمرور إلا في اتجاهٍ واحدٍ فقط و لذلك فإن التيار عندما يصل بقطبيةٍ معاكسة لقطبية الدايوداين المتصلين على التوالي في جسر التوحيد فإن هذين الدايودين يمنعان التيار الكهربائي من المرور عبرهما و هذا الأمر يرغم التيار الكهربائي على الالتفاف حتى يدخل من الجهة الأخرى من الدايود أو حتى يبحث عن مسارٍ آخر يسمح له بالمرور فيه .

عندما يصل تيارٌ كهربائي ذو قطبية متوافقة مع قطبية الدايودين المتصلين على التوالي في جسر التوحيد فإنهما يسمحان للتيار الكهربائي بالعبور من خلالهما.

و بهذه الصورة فإن جسر التوحيد بمنع التيار السالب من المرور في القطب الموجب كما أنه يمنع التيار الموجب من المرور في القطب السالب .

إن التيار المتناوب أو التيار المتردد AC هو عبارة عن ثلاثة مستويات أي أنه عبارة عن موجة جيبية صاعدةٌ هابطة تمر بثلاث نقاط .

نقطة الصفر : و هذه النقطة تقع على المستقيم الذي تلتف حوله الموجة الجيبية صعوداً و هبوطاً و هذه النقطة تمثل أرضي الدارة الكهربائية .

المجال الموجب: و يشمل هذا المجال كل ما يقع فوق نقطة الصفر .

المجال السالب: و يشمل هذا المجال كل ما يقع تحت الصفر .

التيار المتردد AC عبارة عن جبل يعقبه وادي ثم جبل يعقبه وادي و هكذا .

الجبل يمثل نصف الموجة الموجبة التي تقع فوق مستوى الصفر.

الوادي يمثل نصف الموجة السلبية التي تقع تحت مستوى الصفر.

الآن لو وضعنا دايود واحد في طريق التيار الكهربائي المتردد AC فإن هذا الدايود سيسمح فقط لنصف الموجة الموجب الذي يقع فوق مستوى الصفر بالمرور من خلاله إلى الطرف الآخر غير أن هذا الدايود لن يسمح لنصف الموجة السلبي الذي يقع تحت مستوى الصفر بالمرور من خلاله إلى الطرف الآخر.

بمعنى أنه عند مرور نصف موجة سالبة فإن خرج هذا الدايود سيكون مساوياً للصفر و بذلك فإننا إذا وضعنا دايوداً واحداً في طريق التيار المتردد AC فإننا سوف نحصل على تيارٍ مستمر يتألف من نصف موجة موجبة تتبعها فجوة صفرية (خطٌ مستقيم).

غير أن خرج الدايود لن يحوي فجوات سلبية تقع تحت مستوى الصفر .

لماذا؟

لأن الدايود لن يسمح إلا لنصف الموجة الموجب الذي يقع فوق مستوى الصفر بالمرور من خلاله .

أي أن خرج الدايود سيكون عبارة عن سهل يعقبه جبل ثم سهل يعقبه جبل و هكذا و لن تكون هنالك أية أودية في خرج الدايود .

إذاً يعمل الدايود الموجب على إزالة نصف الموجة السلبية من التيار المتردد و يبقي على نصف الموجة الموجبة و الصفر .

يستهلك الدايود 0.7 فولت من التيار الكهربائي الذي يمر عبره فإذا كان جهد الموجة الموجبة الداخلة إلى الدايود مثلاُ 5 فولت فإن الجهد الخارج من الدايود سيكون 4.3 فولت لأن الدايود يستهلك 0.7 فولت من التيار الذي يمر من خلاله.

5 – 0.7 = 4.3 فولت .

لا يمرر الدايود أي تيارٍ كهربائي إذا كان جهده أقل من 0.7 فولت .

لماذا؟

لأن كل ما هو أقل من 0.7 يضيع ضمن الدايود ولا يتبقى منه شيء.

إن الشكل السابق من أشكال تقويم التيار الكهربائي يدعى بتقويم النصف موجة Half wave Rectification .

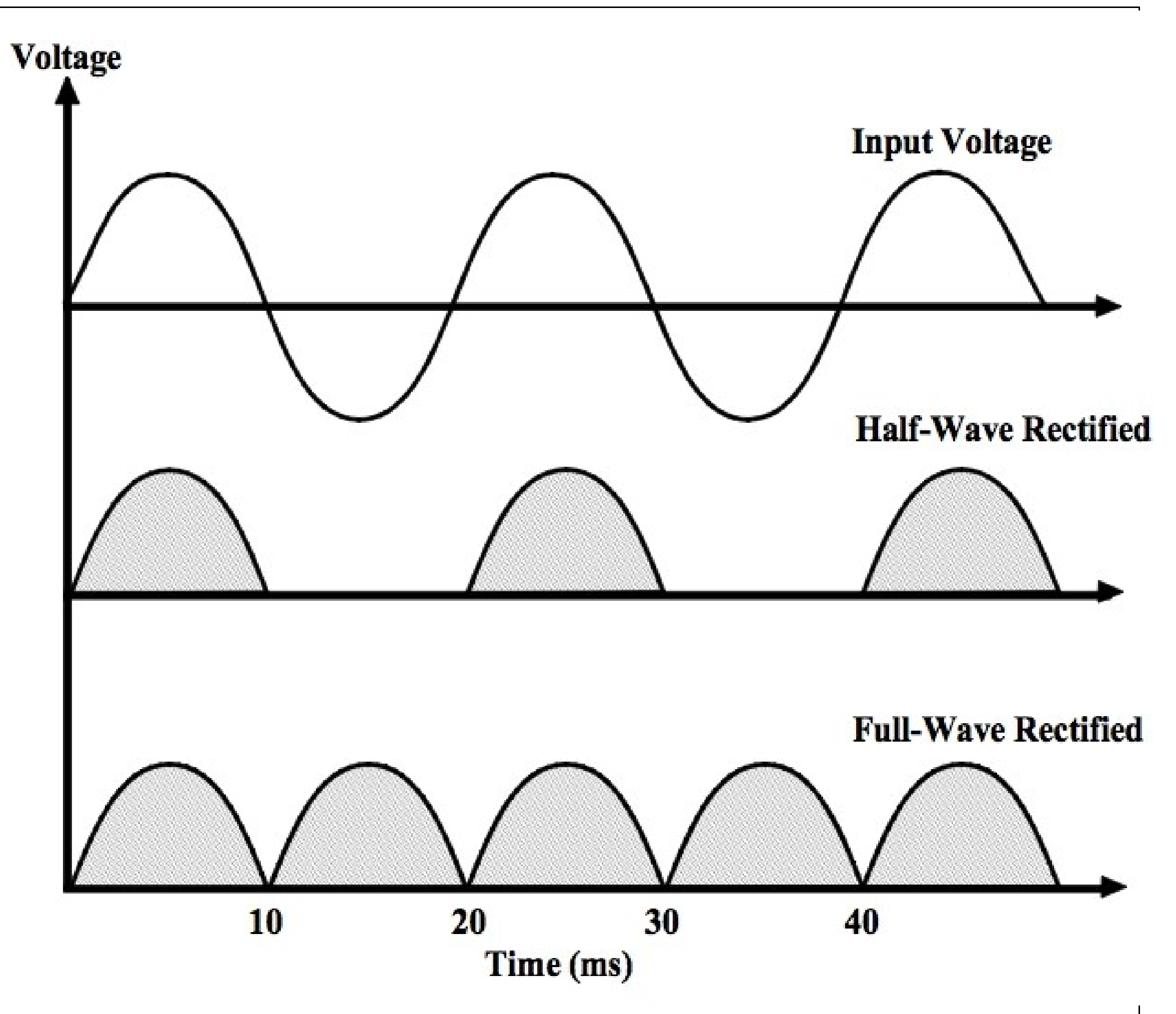
لماذا؟

لأن الشكل السابق من أشكال التقويم يسمح فقط بمرور نصف الموجة الموجبة ولا يسمح بمرور نصف الموجة السلبية.

يؤدي الشكل السابق من أشكال التقويم إلى ضياع نصف التيار .

لماذا؟

لأن الدايود الموجب يسمح فقط بمرور نصف الموجة الموجبة ولا يسمح بمرور نصف الموجة السلبية بالمرور.



لتحسين خرج هذه الدارة يتم وضع مكثف تنعيم .

عندما تمر نصف موجة موجبة يقوم مكثف التنعيم بالشحن و عندما يكون الجهد مساوياً للصفر يقوم المكثف بتفريغ شحنته و بالتالي فإن خرج هذه الدارة يصبح أقل تبايناً ، فبدلاً من أن يكون الخرج جبلٌ و سهل جبلٌ و سهل يصبح الخرج سلسلة هضاب متتابعة.

و كما تعلمون فإنه عندما يكون لدينا جهازٌ كهربائي أو إلكتروني في المنزل فإننا نضع الفيشة الخاصة به في البريزة أو المقبس بشكلٍ عشوائي لا على التعيين فمرةً يدخل إليه من موجبه جهدٌ سالب و مرةً يدخل إليه من سالبه جهدٌ موجب لأننا نضع الفيشة بشكل عشوائي .

علماً أن التيار الكهربائي المتردد AC هو أساساً تيارٌ متقلب لا يثبت على حال سواءً من حيث الاتجاه أو الشدة.

و كما تعلمون فإن الدايود لا يمرر التيار الكهربائي إلا في اتجاهٍ واحدٍ فقط و لذلك تتم الاستفادة من هذه الخاصية في توحيد التيار الكهربائي المتردد AC و ذلك عن طريق صناعة جسر توحيد يتألف من أربعة دايودات توصل مع بعضها البعض على شكل حلقة (معين) أو توصل مع بعضها البعض على شكل مستطيل بحيث يكون كل دايودين في اتجاهٍ واحد موصولين على التوالي مع بعضهما البعض ، و المبدأ بسيطٌ للغاية حيث يكون اتجاه كل دايودين متصلين على التوالي مختلفٌ عن اتجاه

الدايودين الاخرين و بذلك يكون لدينا دايودين يسمحان فقط بمرور الجهد الموجب و دايودين اثنين آخرين يسمحان فقط بمرور الجهد السالب .

الآن عندما يصل جهدٌ سالب إلى الدايودين الذين لا يمرران إلا جهداً موجباً فإنهما يمنعان الجهد السالب من المرور و بالتالي فإن ذلك الجهد السالب يرغم على الالتفاف في طريق أطول و المرور عبر الدايودين المعاكسين الذين يسمحان فقط للجهد السالب بالمرور.

و إذا وصل إلى دايودي الجهد الموجب جهدٌ موجب فإنهما يسمحان له بالمرور ، و إذا وصل إلى دايودي الجهد السالب جهدٌ موجب فإنهما سوف يمنعانه من المرور و يجبران ذلك الجهد الموجب على الالتفاف و المرور من خلال دايودي الجهد الموجب.

و بذلك فإن لدارة التوحيد مدخلين اثنين و مخرجين اثنين : المدخلين يكونان مدخلين عشوائيين ليس لهما مدخلٌ و مخرجٌ محددين إجباريين.

لماذا؟

لأن الدخل المتردد أصلاً غير محدد كما أننا أصلاً نضع فيشة الجهاز بشكلٍ عشوائي في البريزة.

أما مخرجي دارة التوحيد فيكونان مخرجين إجباريين محددي القطبية حيث يكون أحدهما موجب بينما يكون الآخر سالب .

لماذا؟

لأن دارة التوحيد تجبر الجهد الموجب على المرور في قناة الجهد الموجب كما أنها ترغم الجهد السالب على المرور في قناة الجهد السالب.

يخرج التيار الكهربائي من دارة التوحيد إلى مكثف التنعيم الذي يقوم بتنعيم التيار الكهربائي ،
ولذلك يكون موجب دارة التوحيد متصلٌ بموجب المكثف بينما يكون سالب دارة التوحيد متصلٌ بسالب المكثف.

تقاس قدرة جسر التوحيد بوحدة الأمبير : نصف أمبير -1 أمبير – 35 أمبير – 10 أمبير – 2 أمبير...

إن اختيار جسر التوحيد المناسب يرتبط بالحمل أي الأمبير الذي تستهلكه الدارة و ليس باستطاعة المحول .

صناعة جسر تقويم

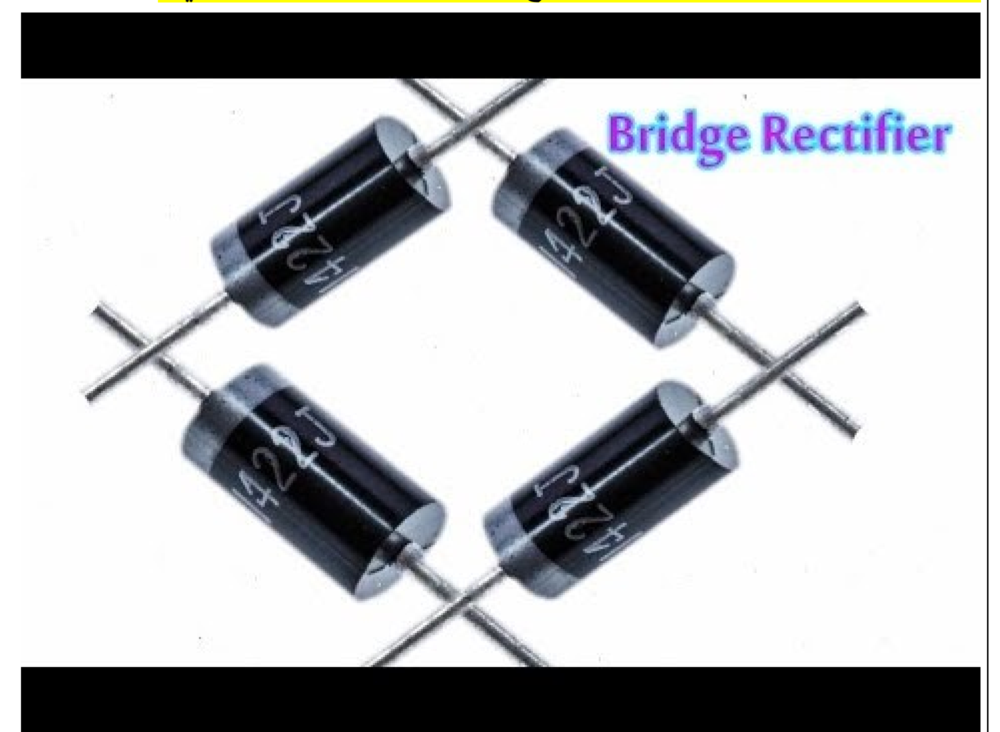
كما تعلمون فإن لكل دايود قطبين : قطبٌ موجب و قطبٌ سالب ، و كما تعلمون فإن هنالك حلقة أو علامة دائرية فضية توضع عند القطب السالب للدايود .

الآن إذا كان لدينا أربعة دايودات لصناعة جسر توحيد فإننا نقوم بتوصيلها معاً على الصورة التالية :

يكون الدايودين ذوي الاتجاه الواحد متصلين مع بعضهما البعض على التوالي (التسلسل) : أي يكون الطرف الأسود (الموجب) للدايود الأول متصلٌ مع الطرف الذي عليه علامة دائرية (الطرف السالب) للدايود الثاني .

نصل كل دايودين اثنين ذوي اتجاهٍ واحد من الدايودات الأربعة على التوالي (التسلسل) .

الآن أصبح لدينا أربعة دايودات كل اثنين منهما متصلين مع بعضهما البعض على التوالي أي القطب السالب للدايود الأول متصلٌ مع القطب الموجب للدايود الثاني .



+ الدايود الأول - +الدايود الثاني-

+الدايود الثالث-+الدايود الرابع-

الآن بعد أن قمنا بوصل كل دايودين اثنين ذوي اتجاهٍ واحد مع بعضهما البعض على التوالي ، كم طرفاً سائباً (حراً) بقي لدينا ؟

بعد أن قمنا بوصل كل دايودين مع بعضهما البعض على التوالي أصبح كل دايودين اثنين و كأنهما دايودٌ واحد له طرفين اثنين : طرفٌ موجب و طرفٌ سالب .

أي أنه كان لدي أربعة دايودات لها ثمانية أطراف سائبة (حرة) لكل دايود طرفين و لكن بعد أن قمت بوصل كل دايودين اثنين مع بعضهما البعض على التوالي بقي لدي أربعة أطرافٍ سائبة (حرة) : طرفين سالبين عليهما علامةٌ أو حلقة فضية و طرفين موجبين ليس عليهما علامة أو خلقة فضية .

+ الدايود الأول - +الدايود الثاني-

+الدايود الثالث-+الدايود الرابع-

نقوم بتوصيل الطرفين السالبين أي الطرفين الذين توجد علامة أو حلقة فضية عليهما مع بعضهما البعض :

سالب+سالب =سالب

و بذلك نحصل على المخرج السالب لجسر التوحيد وهو المخرج الذي نصله بالقطب السالب لمكثف التنعيم أي المكثف الذي يقوم بتنعيم التيار الخارج من جسر التوحيد.

نصل الطرفين الموجبين الذين ليس عليهما حلقة فضية مع بعضهما البعض و بذلك فإننا نحصل على الطرف أو القطب الموجب لدائرة التوحيد وهو القطب الذي نقوم بوصله بالقطب الموجب لمكثف التنعيم.

و بذلك نكون قد وصلنا طرفين اثنين و يتبقى لدينا طرفين اثنين سائبين .

إن الطرفين المتبقيين لدينا هما الطرفين الذين قمنا بوصلهما على التوالي مع بعضهما البعض (موجب مع سالب) و هما طرفين عشوائيين يلتقي فيهما القطب السالب مع القطب الموجب و لهذا السبب فإننا نقوم بوصلهما بمصدر التغذية المتردد لأنه مصدرٌ عشوائي أساساً و لأن بإمكاننا أن نضع فيشة الجهاز بشكلٍ عشوائي في البريزة.



يجب أن يكون جهد جسر التقويم أعلى بكثير من قيمة جهد التيار المتردد الداخل إليه و ذلك زيادةً في الأمان فإذا كان جهد التيار المتردد الداخل إلى جسر التوحيد 220 فولت مثلاً فيجب أن يكون جهد جسر التقويم 500 أو 1000 فولت .

يتم تثبيت منظمات جهدٍ خطية على الجهود الخارجة من المحول وذلك لتثبيت الجهد الخارج من المحول عندما يتغير التردد .

إذا كان تردد التيار الكهربائي المتردد 60 هرتز فهذا يعني بأن عملية التقويم السابقة التي تقوم بها الدايودات تتكرر 60 مرة في الثانية الواحدة.

و إذا كان تردد التيار الكهربائي المتردد 50 هرتز فإن ذلك يعني بأن عملية التقويم السابقة التي تقوم بها الدايودات تتكرر 50 مرة في الثانية الواحدة و هكذا دواليك.

في دارة التوحيد يجب أن تكون استطاعة الدايود ضعف استطاعة المحول.

في المحولات غالباً ما يكون المدخل الأوسط هو مدخل 110 فولت .

معامل التحويل

لمعرفة القيمة التي سيكون عليها جهدٌ مترددٌ ما عندما يتحول إلى جهدٍ مستمر فإننا نضرب بالقيمة الثابتة 1.4 .

ما هي القيمة التي سيبلغها تيارٌ متردد جهده 220 فولت عندما نقوم بتحويله إلى جهدٍ مستمر؟

نقول:

220 × 1.4=308 فولت .

ما هي القيمة التي سيبلغها تيارٌ متردد جهده 110 فولت عندما نقوم بتحويله إلى جهدٍ مستمر؟

نقول:

110 × 1.4= 154 فولت .

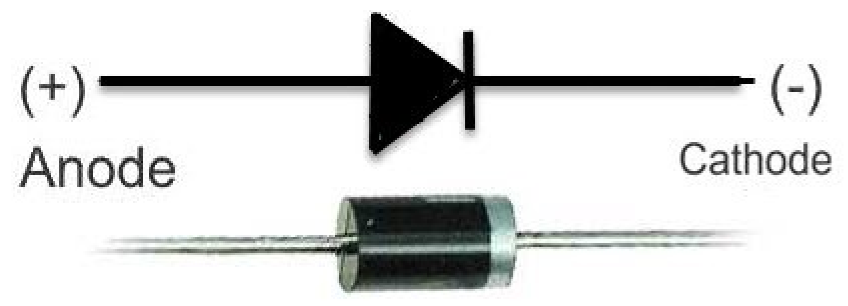
ما هي القيمة التي سيبلغها تيارٌ متردد جهده 6 فولت عندما نقوم بتحويله إلى جهدٍ مستمر؟

نقول:

6 × 1.4= 8.4 فولت .

و هكذا...

الدايود الذي يقوم بتقويم التيار الكهربائي من جهدٍ متردد على جهدٍ مستمر .



لكل جسر توحيد مدخلين اثنين و مخرجين اثنين .

المدخلين عشوائيين أما المخرجين فهما محددين و إجباريين .

المدخلين هما نقطتي التقاء قطبٍ سالب مع قطبٍ موجب : قطب أسود اللون(موجب) مع قطب محاط بحلقة فضية(سالب)

المخرجين هما نقطتي التقاء القطبين الموجبين مع بعضهما البعض و نقطتي التقاء القطبين السالبين مع بعضهما البعض .

المخرجين هما نقطتي التقاء القطبين الأسودين مع بعضهما البعض (القطبين الموجبين) و نقطتي التقاء القطبين السالبين المميزين بحلقه فضية مع بعضهما البعض.

المدخلين يمكن أن يدخل إليهما جهدٌ موجب أو جهدٌ سالب.

المخرج الموجب لا يخرج منه إلا جهدٌ موجب و المخرج السالب لا يخرج منه إلا جهدٌ سالب.

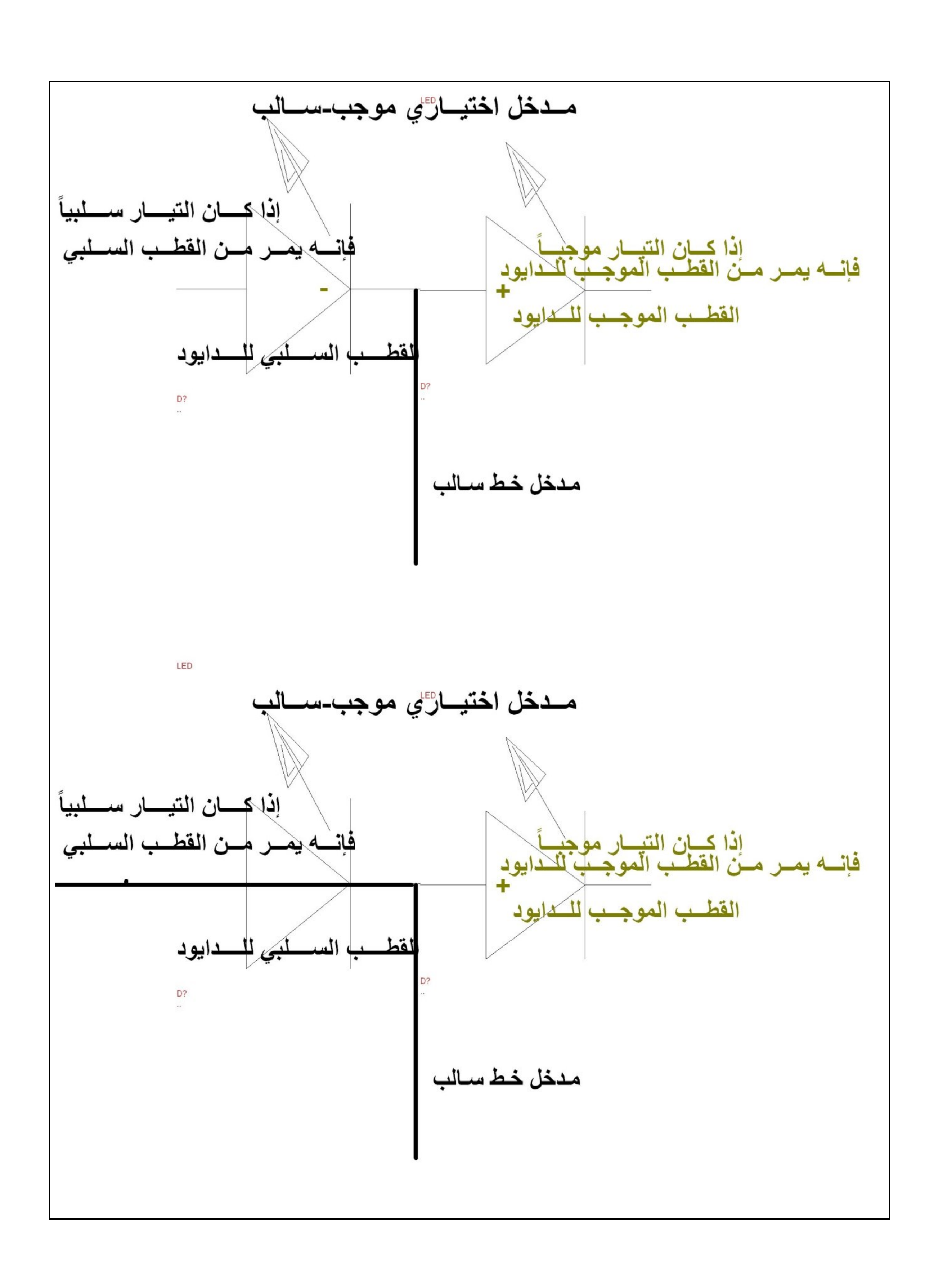
القطـــب الموجـــب للـــدايود

لا يمــــرر إلا تيـــاراً إيجابيـــاً

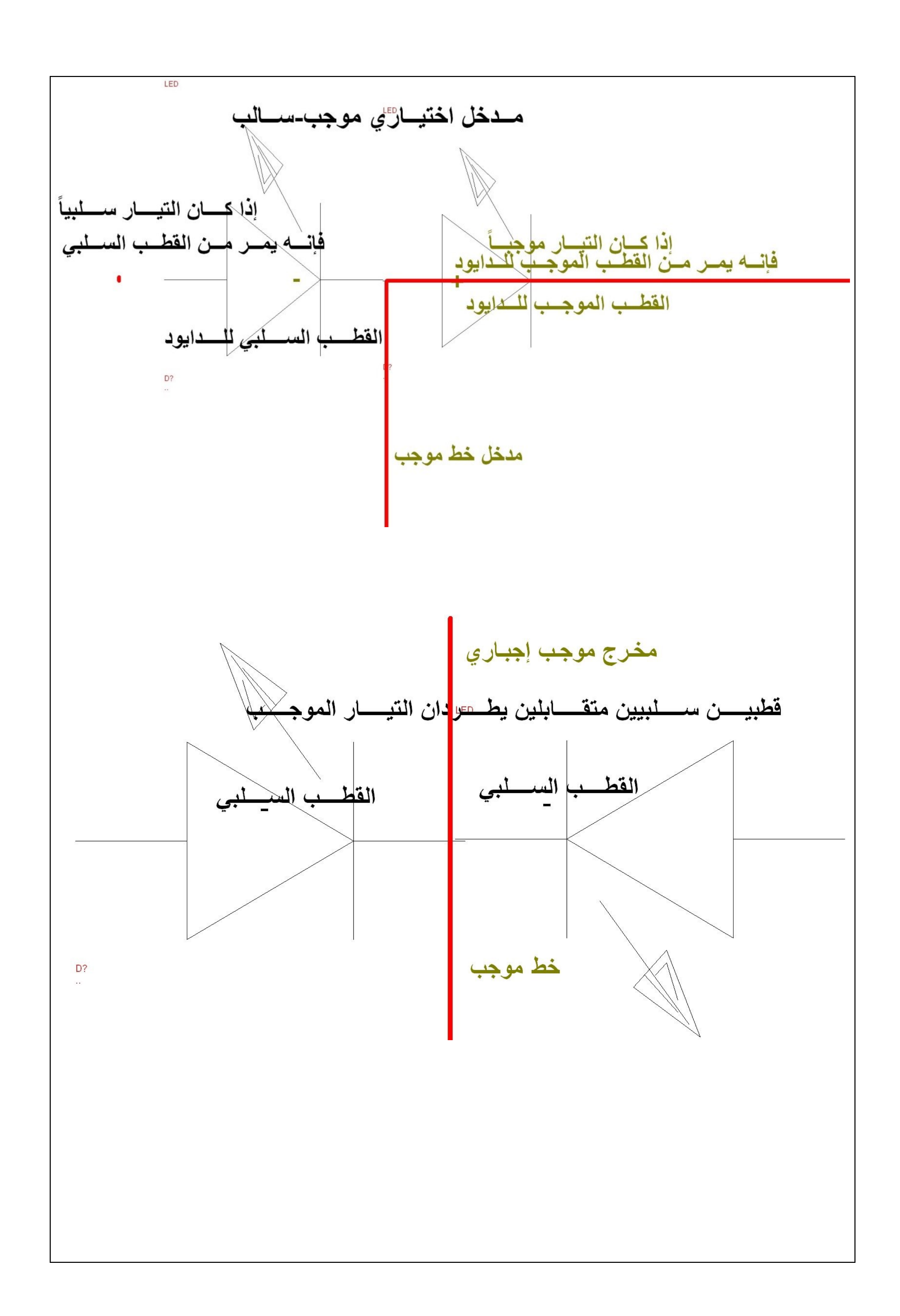
دايــود

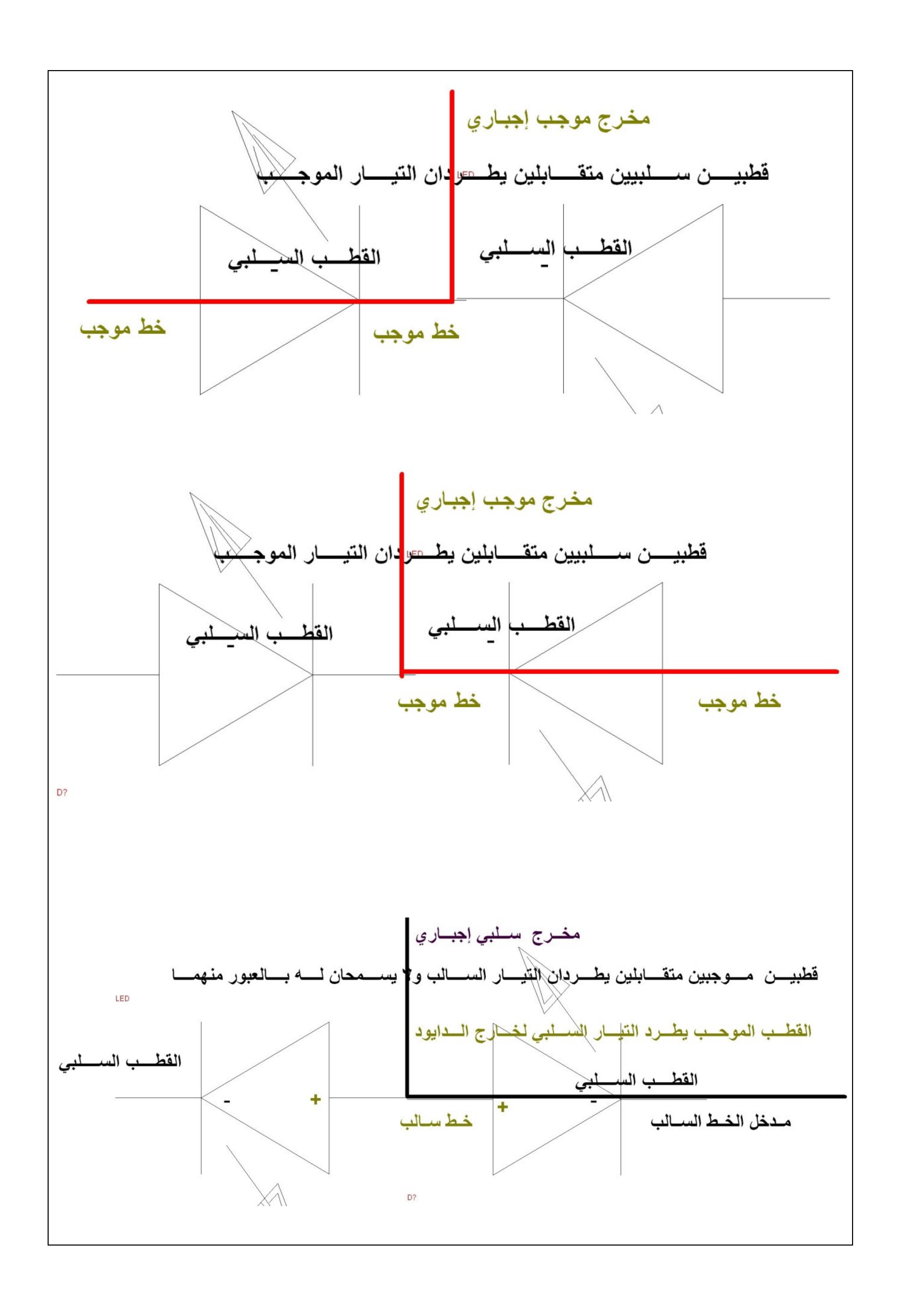
القطـــب الســـالب للـــدايود

لا يمــــرر إلا تيـــاراً ســـلبياً

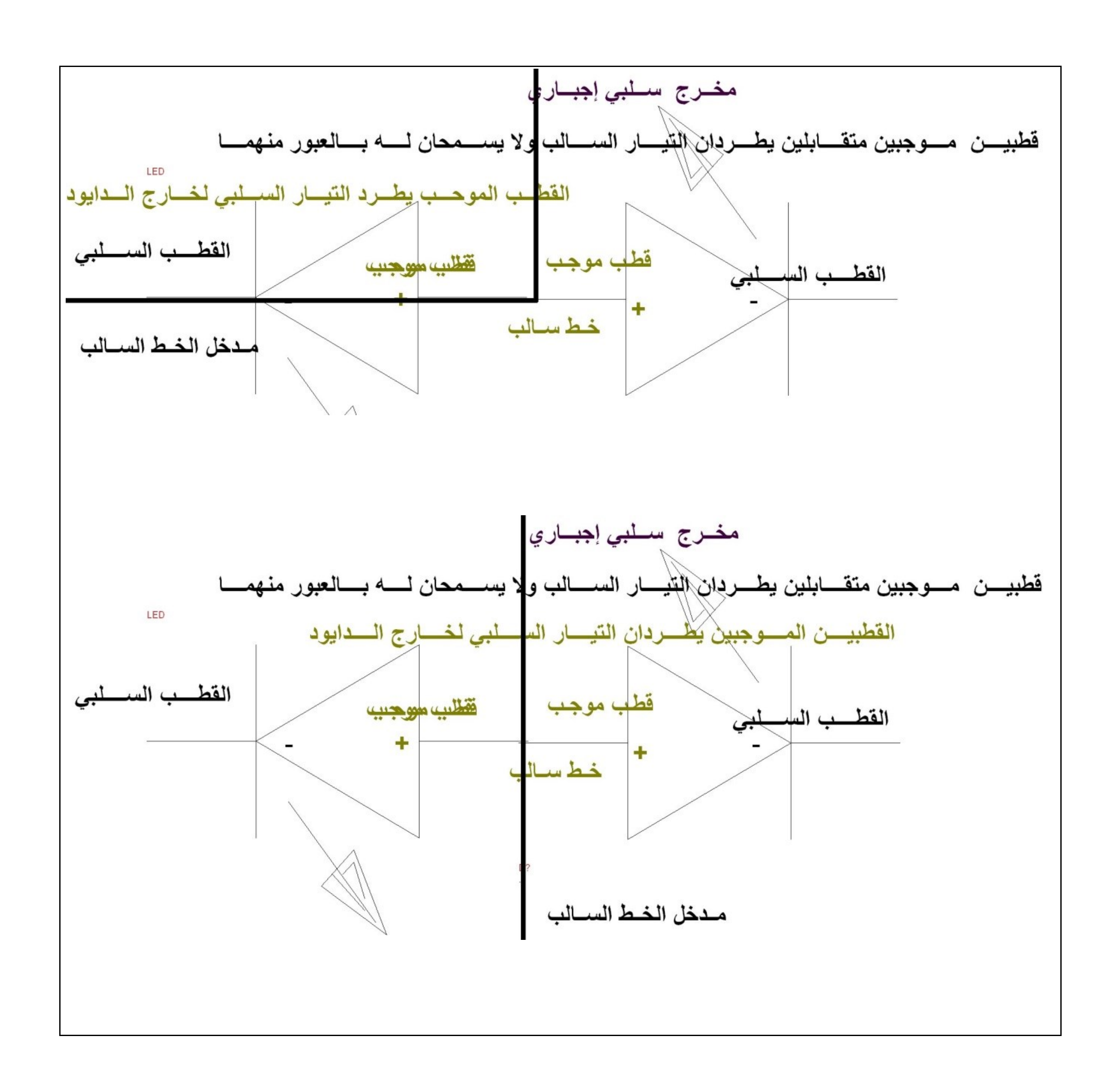


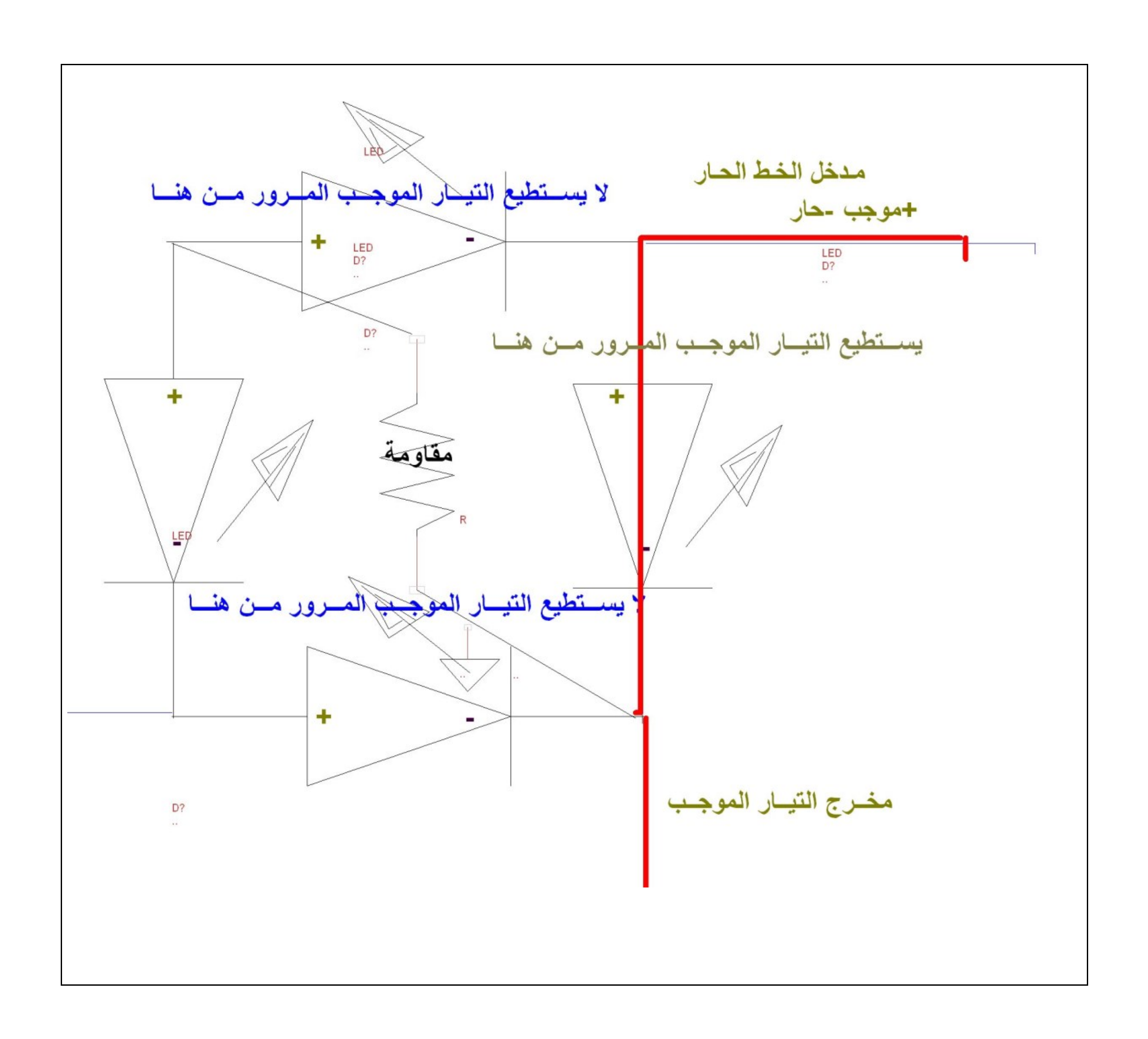
مـدخل اختيـاري موجب-سـالب
LED
إذا كـان التيـار سـلبياً
فإنـه يمـر مـن القطـب السـلبي
-
القطـب السـلبي للـدايود
D?
إذا كـان التيـار موجبـاً
فإنـه يمـر مـن القطـب الموجـب للـدايود
+
القطـب الموجـب للـدايود
D?
مدخل خط سالب
LED
مـدخل اختيـاري موجب-سـالب
LED
إذا كـان التيـار سـلبياً
فإنـه يمـر مـن القطـب السـلبي
القطـب السـلبي للـدايود
D?
إذا كـان التيـار موجبـاً
فإنـه يمـر مـن القطـب الموجـب للـدايود
+
القطـب الموجـب للـدايود
D?
مدخل خط سالب


LED
مــدخل اختيــاري موجب-ســالب
إذا كـــان التيـــار ســـلبياً
فإنـــه يمــر مـــن القطــب الســلبي
-
القطـــب الســـلبي للـــدايود
D?
إذا كــان التيــار موجبــاً
فإنــه يمــر مــن القطــب الموجــب للــدايود
+
القطــب الموجــب للــدايود
مدخل خط موجب
مخرج موجب إجباري
قطبيــــن ســـلبيين متقـــابلين يطــردان التيـــار الموجــب
القطـــب الســـلبي
القطـــب الســـلبي
D?
خط موجب

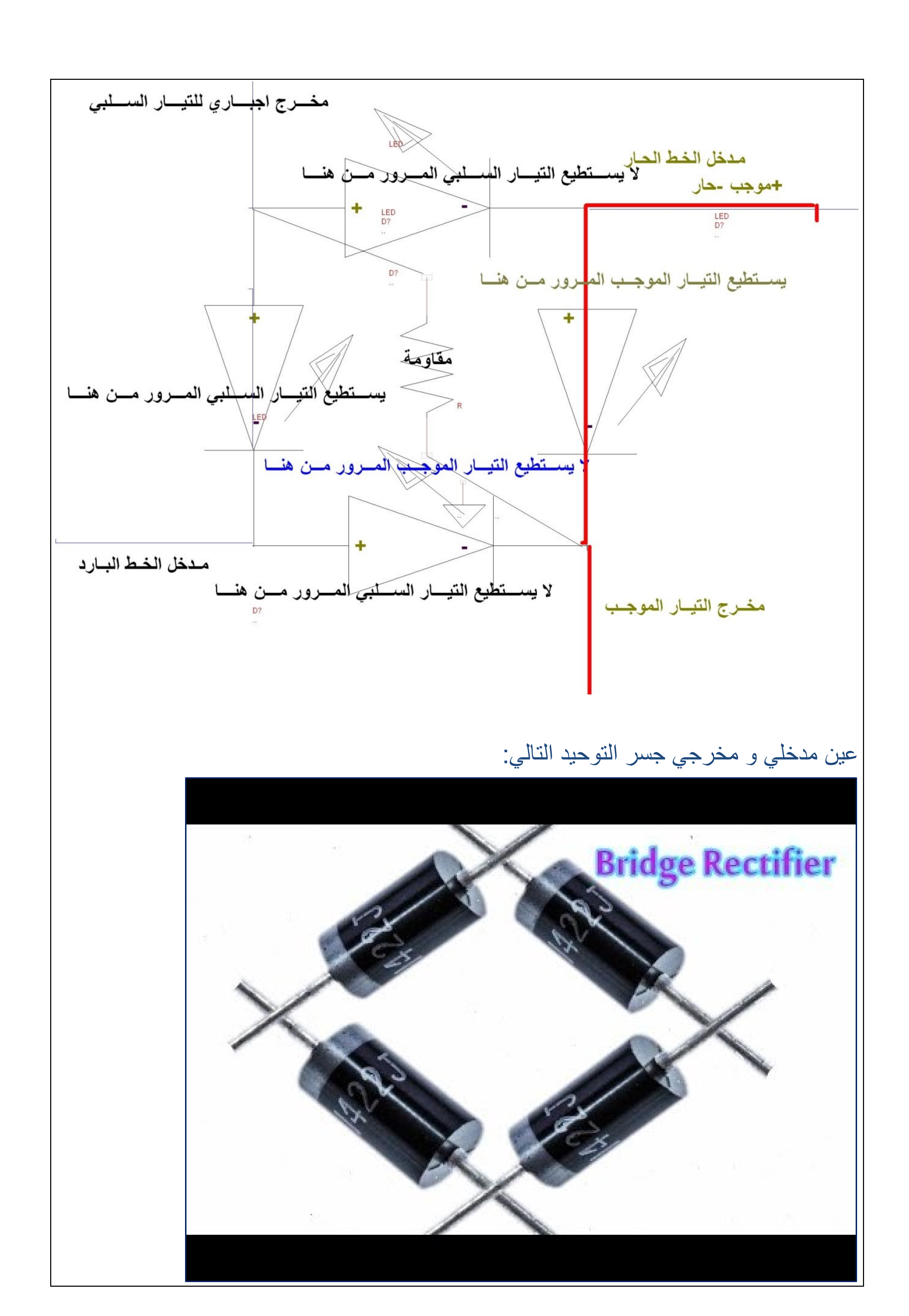


مخرج موجب إجباري
قطبيـــن ســـلبيين متقـــابلين يطـــردان التيـــار الموجـــب
LED
القطـــب السـلبي
القطـــب السـلبي
خط موجب
خط موجب
مخرج موجب إجباري
قطبيـــن ســـلبيين متقـــابلين يطـــردان التيـــار الموجـــب
القطـــب السـلبي
القطـــب السـلبي
خط موجب
خط موجب
D?
مخـرج سـلبي إجبـاري
قطبيـــن مـــوجبين متقـــابلين يطـــردان التيـــار الســـالب ولا يســـمحان لـــه بـــالعبور منهمـــا
LED
القطـــب الموحـــب يطـــرد التيـــار الســـلبي لخـــارج الـــدايود
القطـــب الســـلبي
القطـــب الســـلبي
-
+
خط سـالب
+
-
مـدخل الخـط السـالب
D?

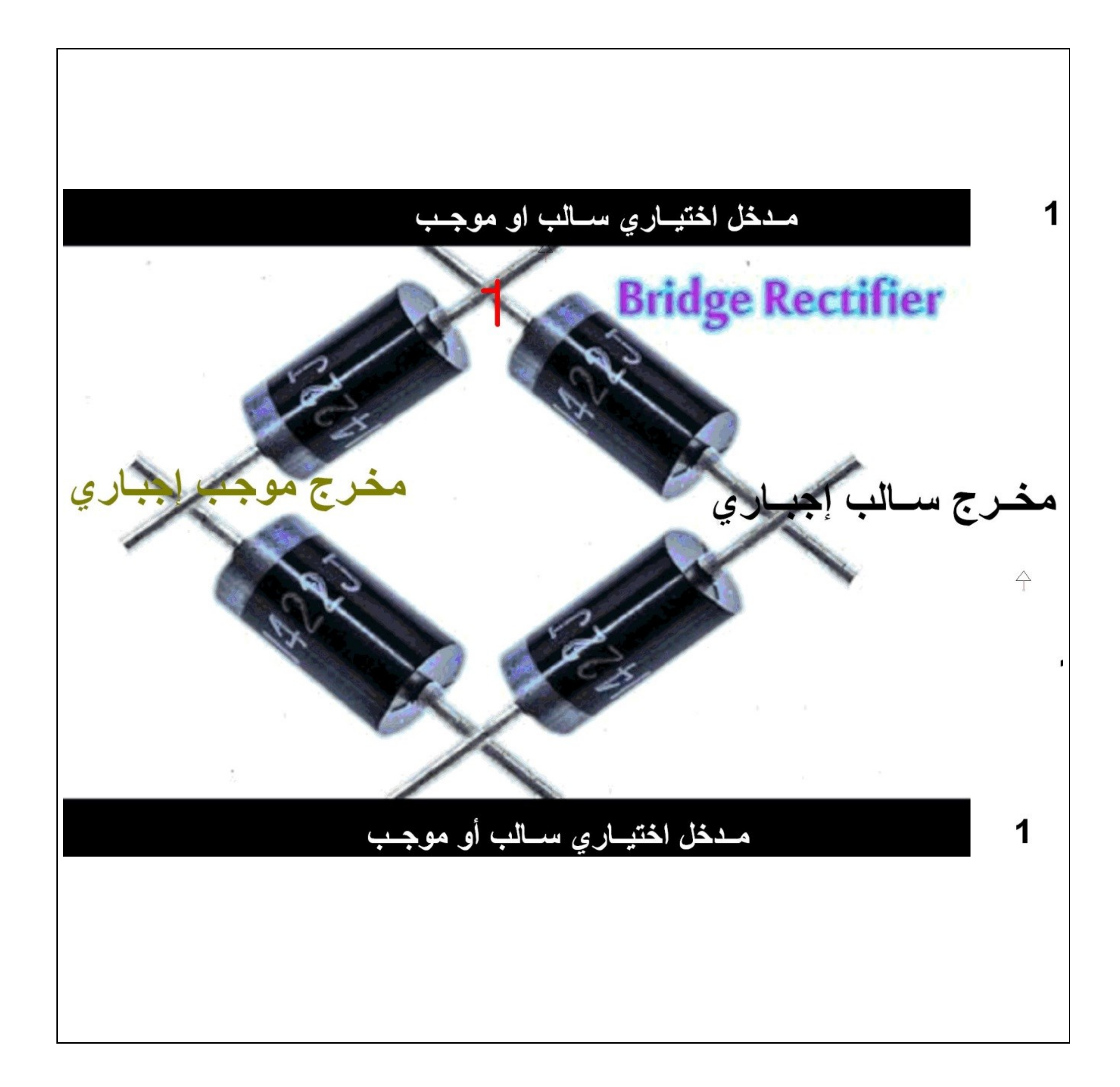

مخــرج سـلبي إجبــاري
قطبيـــن مـــوجبين متقـــابلين يطـــردان التيـــار الســـالب ولا يســـمحان لـــه بـــالعبور منهمـــا
LED
القطـــب الموحـــب يطـــرد التيـــار الســـلبي لخـــارج الـــدايود
القطـــب الســـلبي
قطب موجب
قطب موجب
القطـــب الســـلبي
-
+
+
-
خط سـالب
مـدخل الخـط السـالب
مخــرج سـلبي إجبــاري
قطبيـــن مـــوجبين متقـــابلين يطـــردان التيـــار الســـالب ولا يســـمحان لـــه بـــالعبور منهمـــا
LED
القطبيـــن المـــوجبين يطـــردان التيـــار الســـلبي لخـــارج الـــدايود
القطـــب الســـلبي
قطب موجب
قطب موجب
القطـــب الســـلبي
-
+
+
-
خط سـالب
مـدخل الخـط السـالب



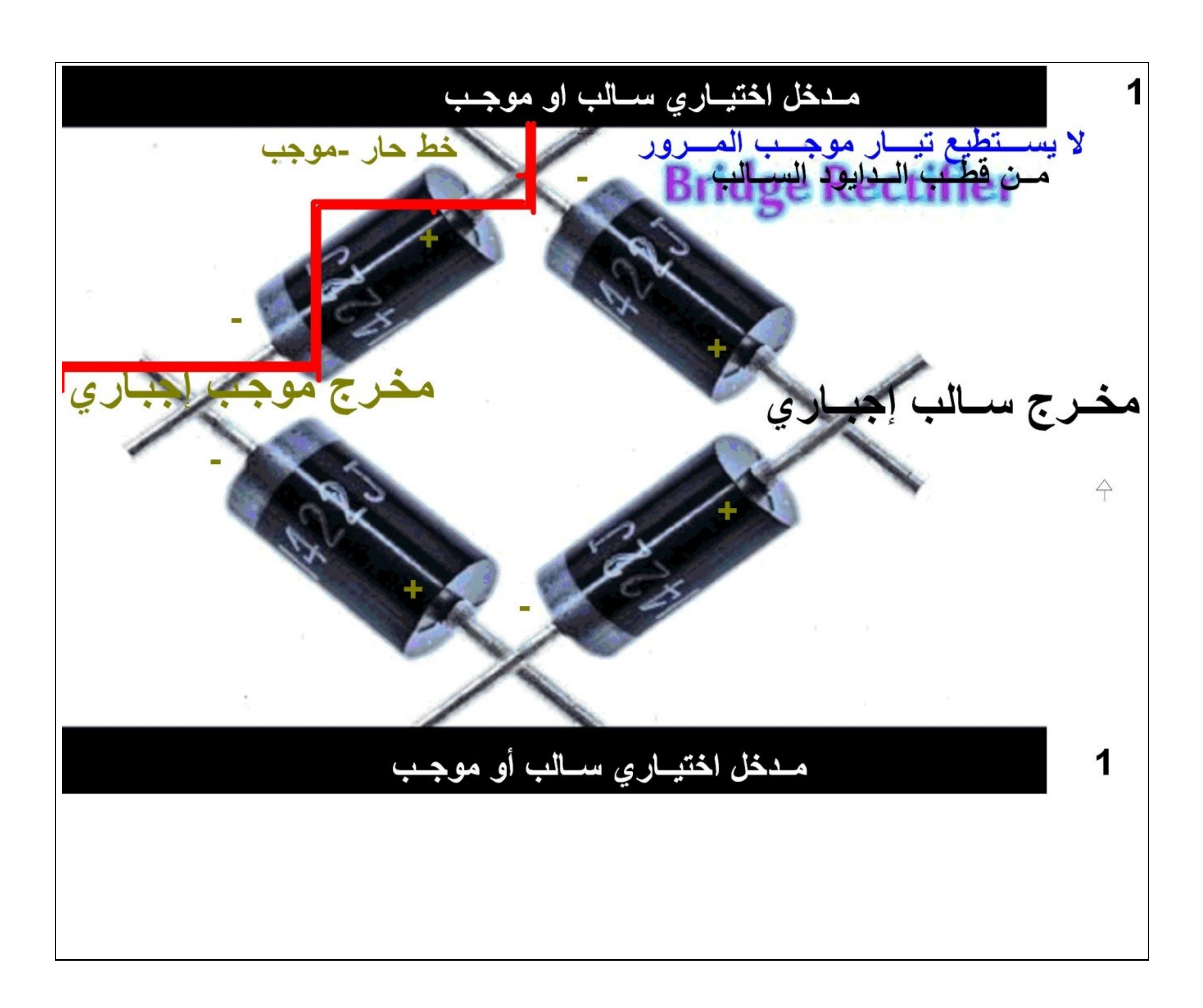
مدخل الخط الحار
+موجب -حار
لا يســتطيع التيــار الموجــب المــرور مــن هنــا
يســتطيع التيــار الموجــب المــرور مــن هنــا
مقاومة
لا يســتطيع التيــار الموجــب المــرور مــن هنــا
مخــرج التيــار الموجــب
LED
D?
R

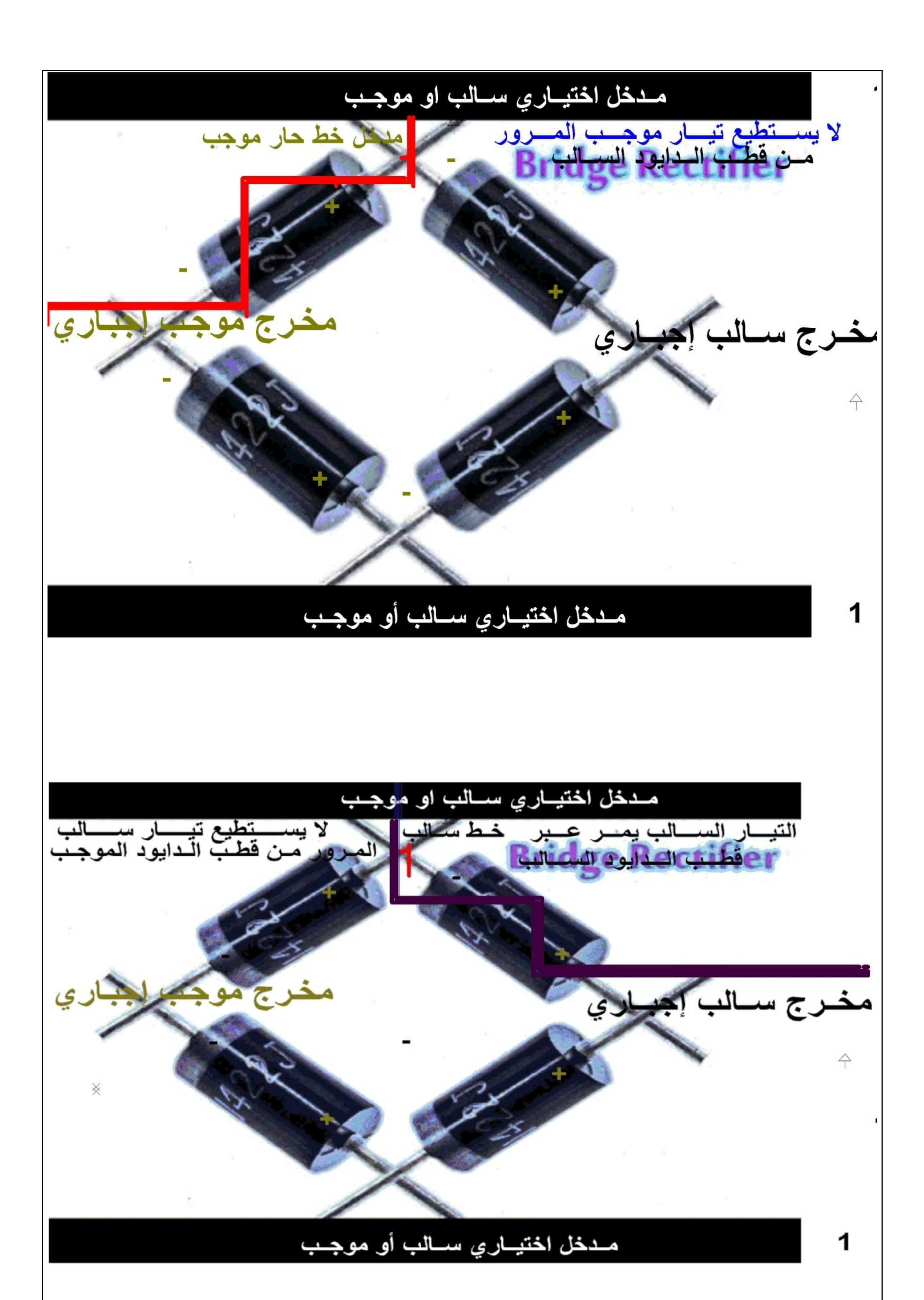


عين مدخلي و مخرجي جسر التوحيد التالي:

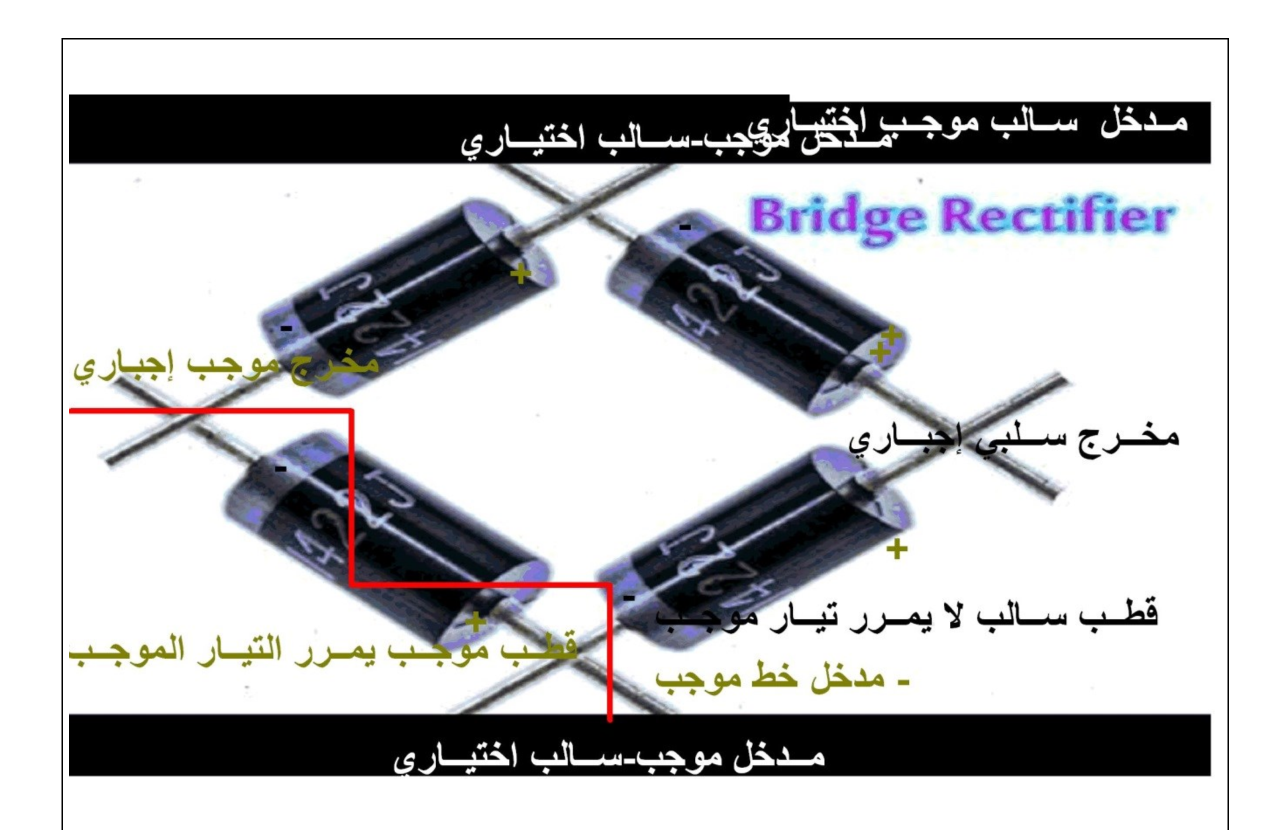


1
مـدخل اختيـاري سـالب او موجـب
Bridge Rectifier
مخـرج موجـب إجبـاري
مخـرج سـالب إجبـاري
1
مـدخل اختيـاري سـالب أو موجـب

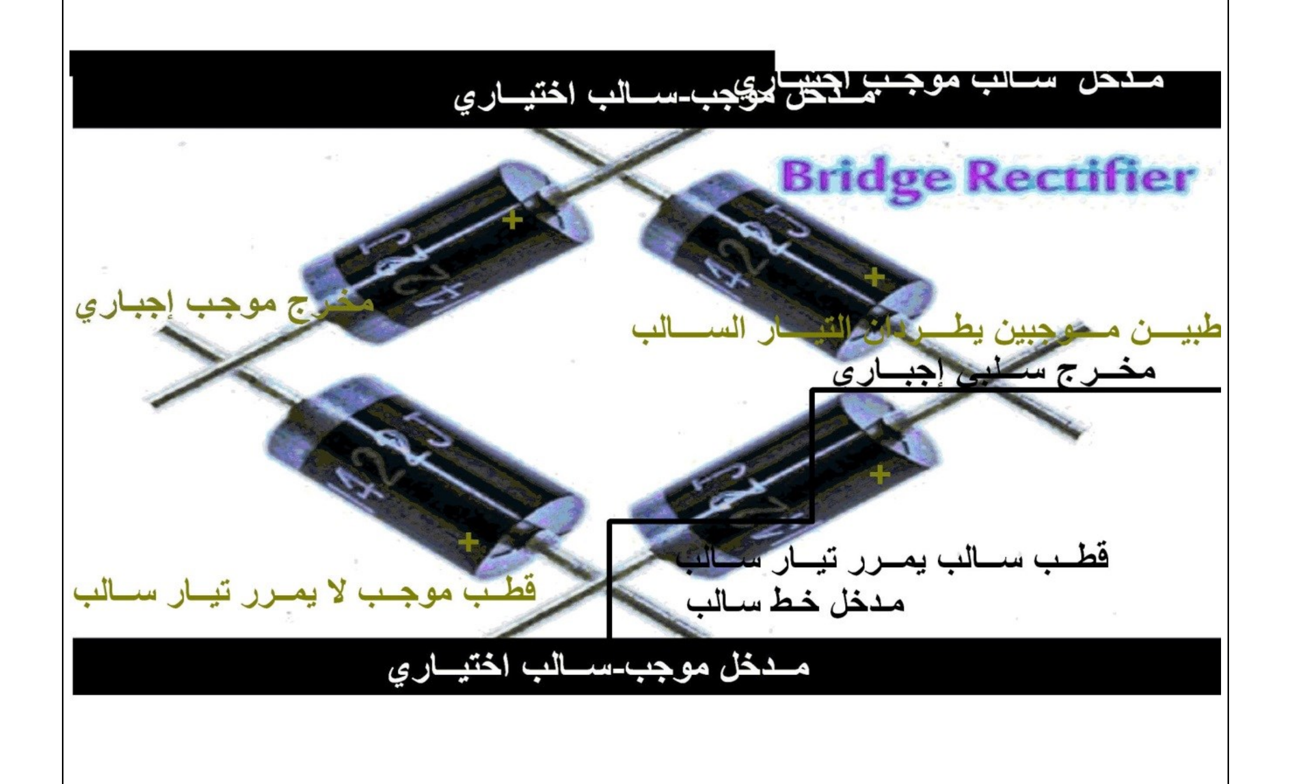

1
مـدخل اختيـاري سـالب او موجـب
خط حار -موجب
لا يســتطيع تيــار موجـب المــرور
مـن قطـب الـدايود الســالب
Bridge Rectifier
مخـرج موجب إجبـاري
مخـرج سـالب إجبـاري
1
مـدخل اختيـاري سـالب أو موجـب



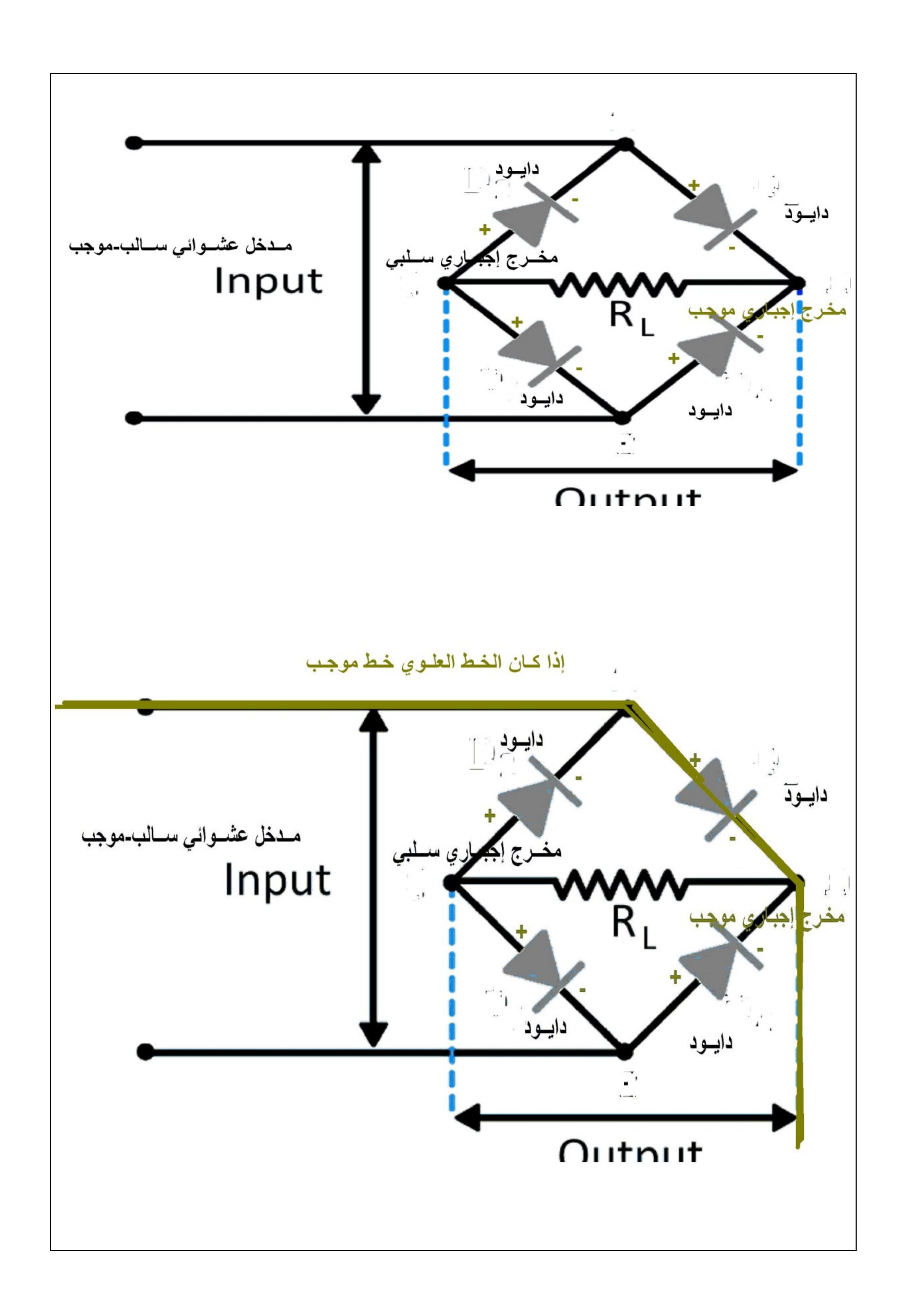
مـدخل اختيـاري سـالب او موجـب
مدخل خط حار موجب
لا يسـتطيع تيـار موجـب المـرور
مـن قطـب الـدايود السـالب
Bridge Rectifier
مخرج موجب إجباري
مخـرج سـالب إجبـاري
مـدخل اختيـاري سـالب أو موجـب
1
مـدخل اختيـاري سـالب او موجـب
لا يسـتطيع تيـار سـالب
المرور مـن قطـب الـدايود الموجـب
التيـار السـالب يمـر عـبر خـط سـالب
قطـب الـدايود السـالب
مخرج موجب إجباري
مخـرج سـالب إجبـاري
مـدخل اختيـاري سـالب أو موجـب
1



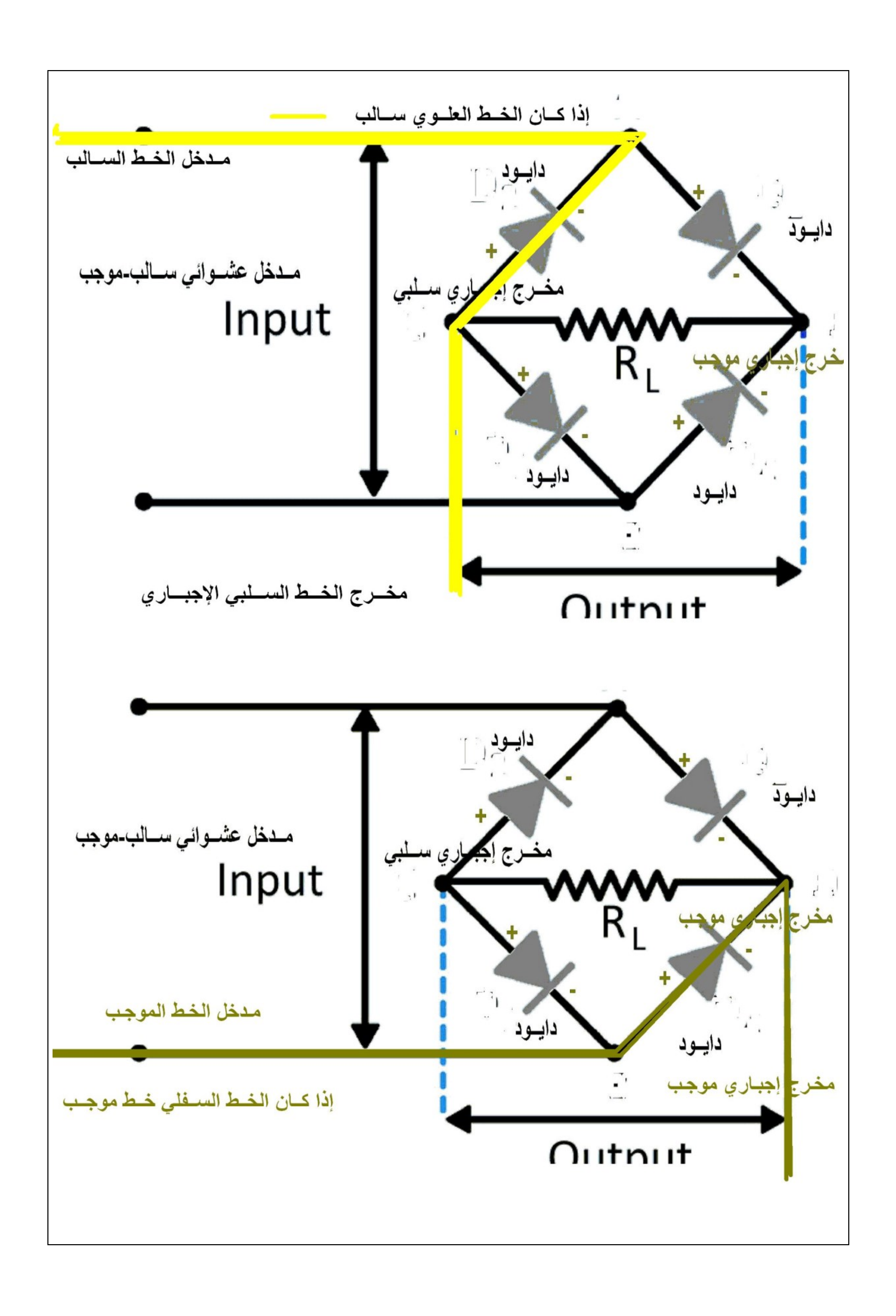
مدخل سالب موجب اختياري
مدخل موجب-سالب اختياري
Bridge Rectifier
مخرج موجب إجباري
مخرج سلبي إجباري
قطب سالب لا يمرر تيار موجب
قطب موجب يمرر التيار الموجب
- مدخل خط موجب
مدخل موجب-سالب اختياري



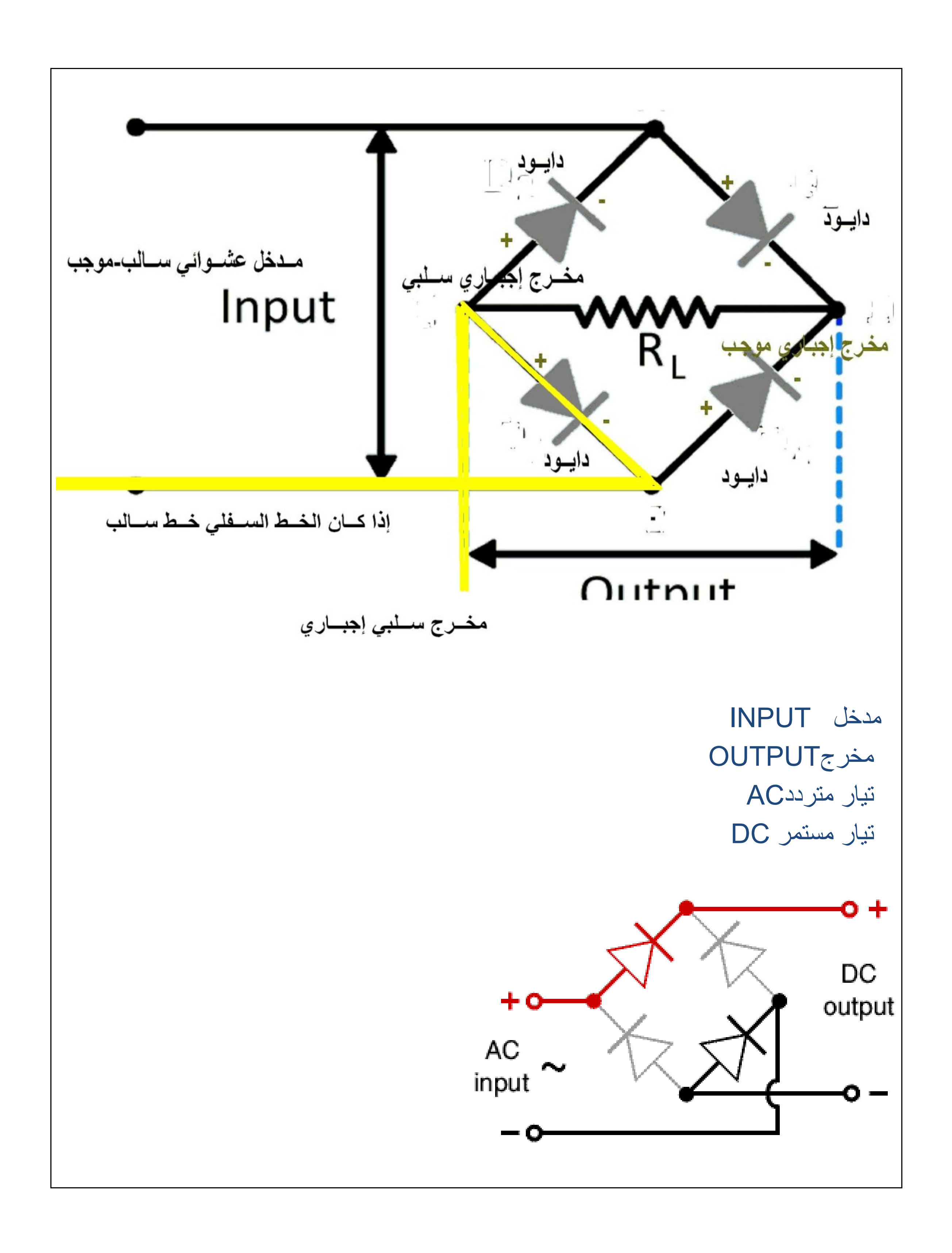
مدخل سالب موجب اختياري
مدخل موجب-سالب اختياري
Bridge Rectifier
مخرج موجب إجباري
طبين موجبين يطردان التيار السالب
مخرج سلبي إجباري
قطب سالب يمرر تيار سالب
مدخل خط سالب
قطب موجب لا يمرر تيار سالب
مدخل موجب-سالب اختياري



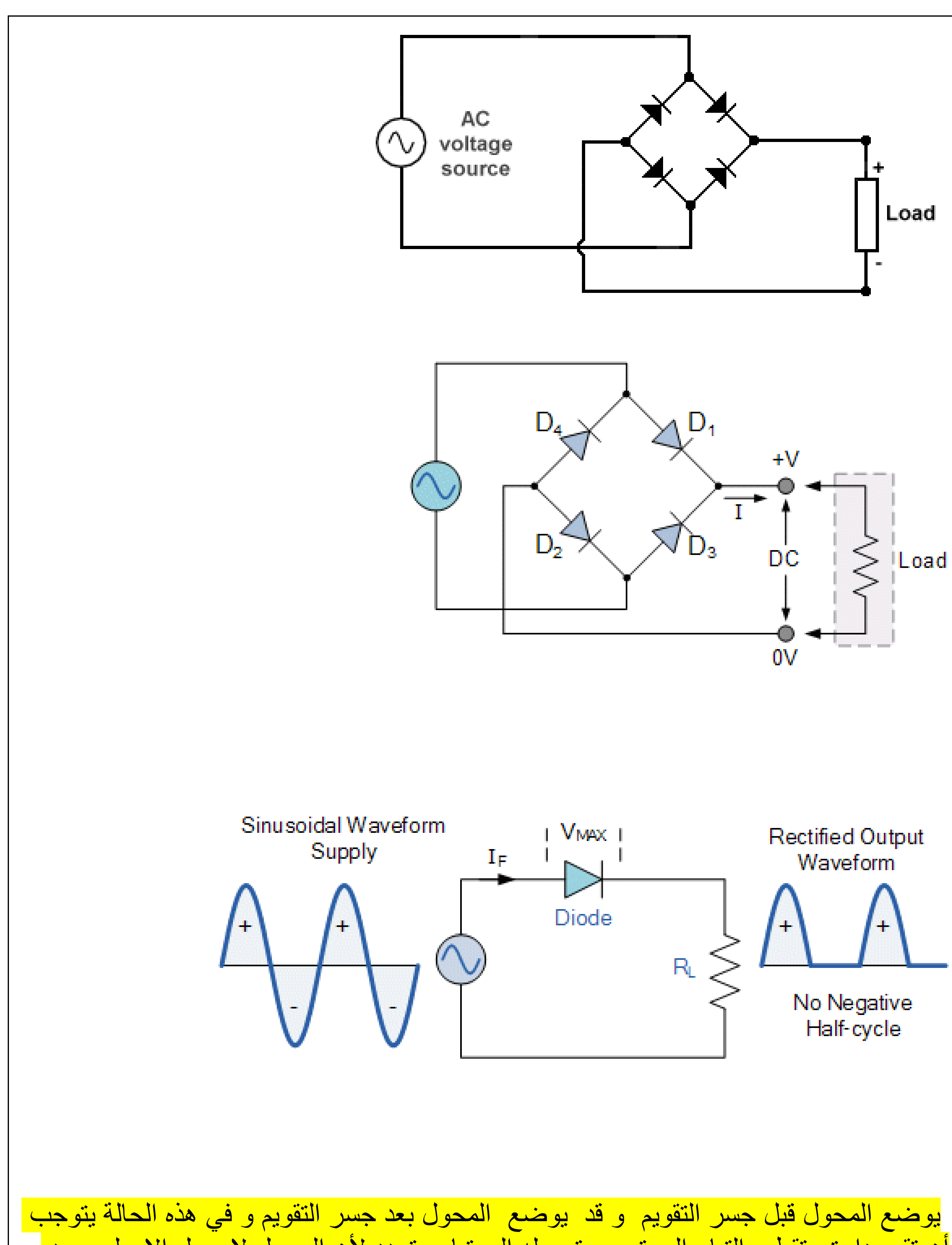
دايــود
دايــودَ
مــدخل عشــوائي ســالب-موجب
Input
مخــرج إجبــاري ســلبي
R_L
مخرج إجباري موجب
دايــود
دايــود
Output
إذا كـان الخـط العلـوي خـط موجـب
دايــود
دايــودَ
مــدخل عشــوائي ســالب-موجب
Input
مخــرج إجبــاري ســلبي
R_L
مخرج إجباري موجب
دايــود
دايــود
Output



إذا كـان الخـط العلـوي سـالب
مـدخل الخـط السـالب
دايـود
دايـود
مـدخل عشـوائي سـالب-موجب
Input
مخـرج إجباري سـلبي
R_L
خرج إجباري موجب
دايـود
دايـود
مخـرج الخـط السـلبي الإجبـاري
Output
دايـود
دايـود
مـدخل عشـوائي سـالب-موجب
Input
مخـرج إجباري سـلبي
R_L
مخرج إجباري موجب
مدخل الخط الموجب
دايـود
دايـود
إذا كـان الخـط السـفلي خـط موجـب
مخرج إجباري موجب
Output



دايـود
دايـوّد
مـدخل عشـوائي سـالب-موجب
Input
مخـرج إجبـاري سـلبي
R_L
مخرج إجباري موجب
دايـود
دايـود
إذا كـان الخـط السـفلي خـط سـالب
مخـرج سـلبي إجبـاري
مدخل INPUT
مخرجOUTPUT
تيار مترددAC
تيار مستمر DC
DC
output
AC
input

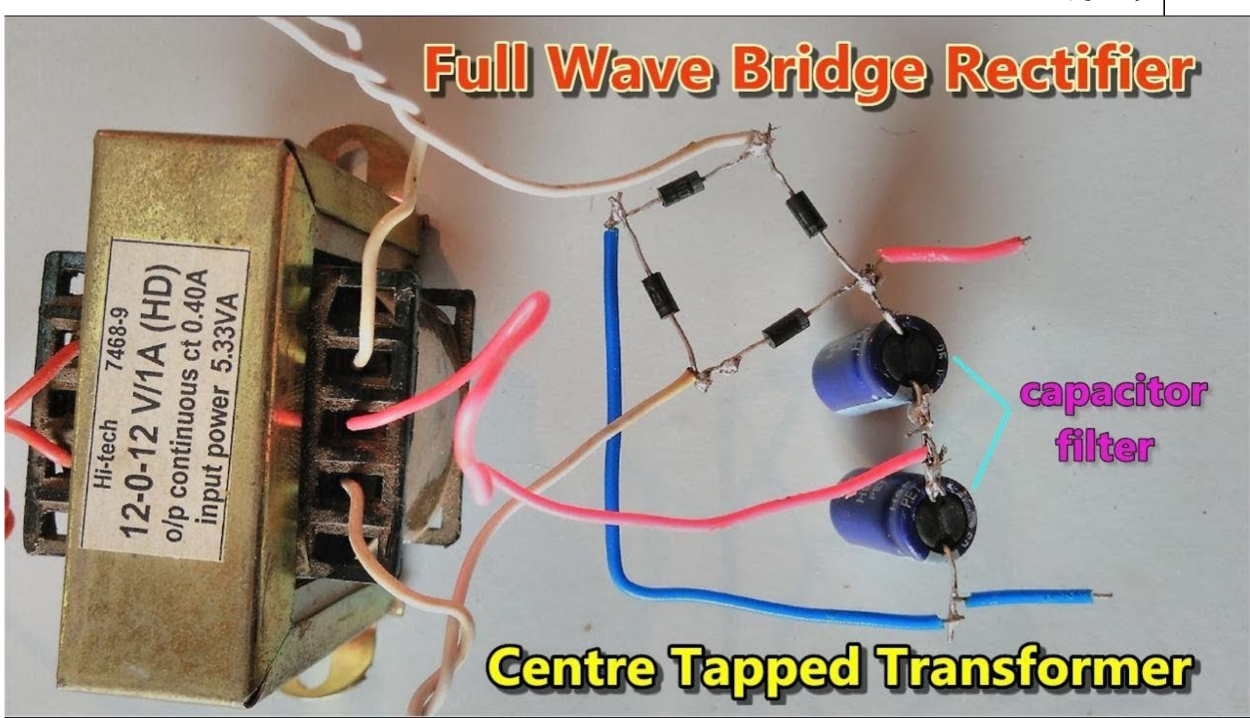


يوضع المحول قبل جسر التقويم و قد يوضع المحول بعد جسر التقويم و في هذه الحالة يتوجب أن تقوم دارة بتقطيع التيار المستمر و تحويله إلى تيارٍ متردد لأن المحول لا يعمل إلا على جهدٍ متردد ولا يعمل على جهدٍ مستمر .

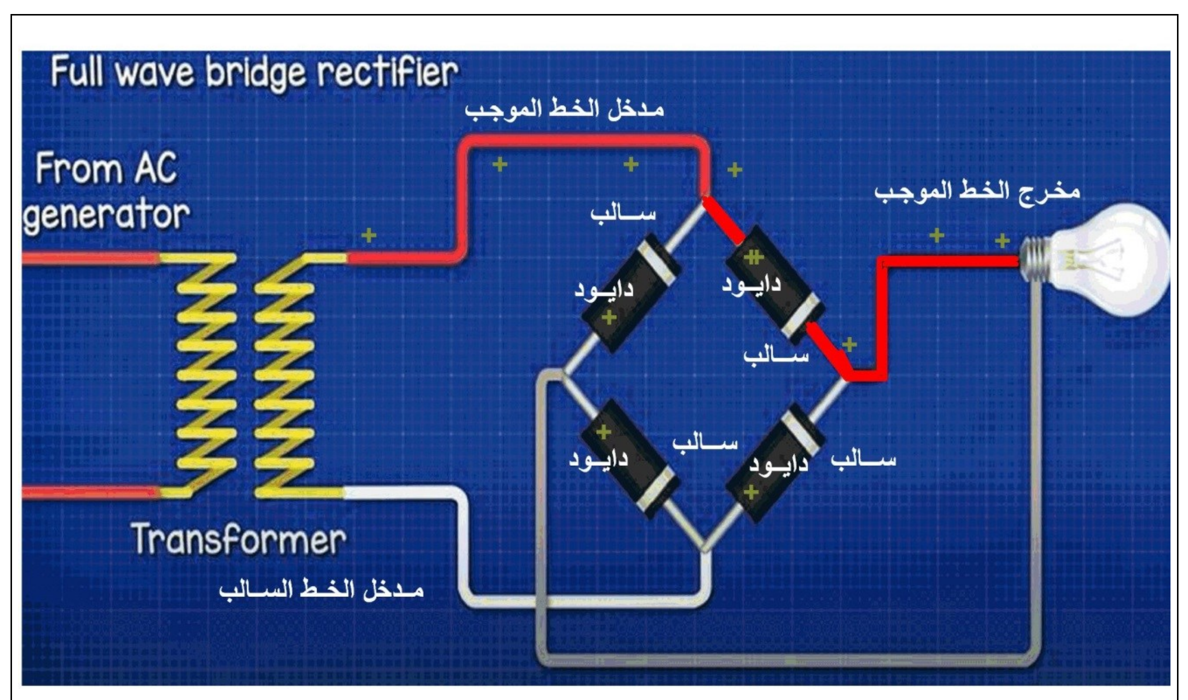
نظام التقطيع في دارات التغذية. Switching mode



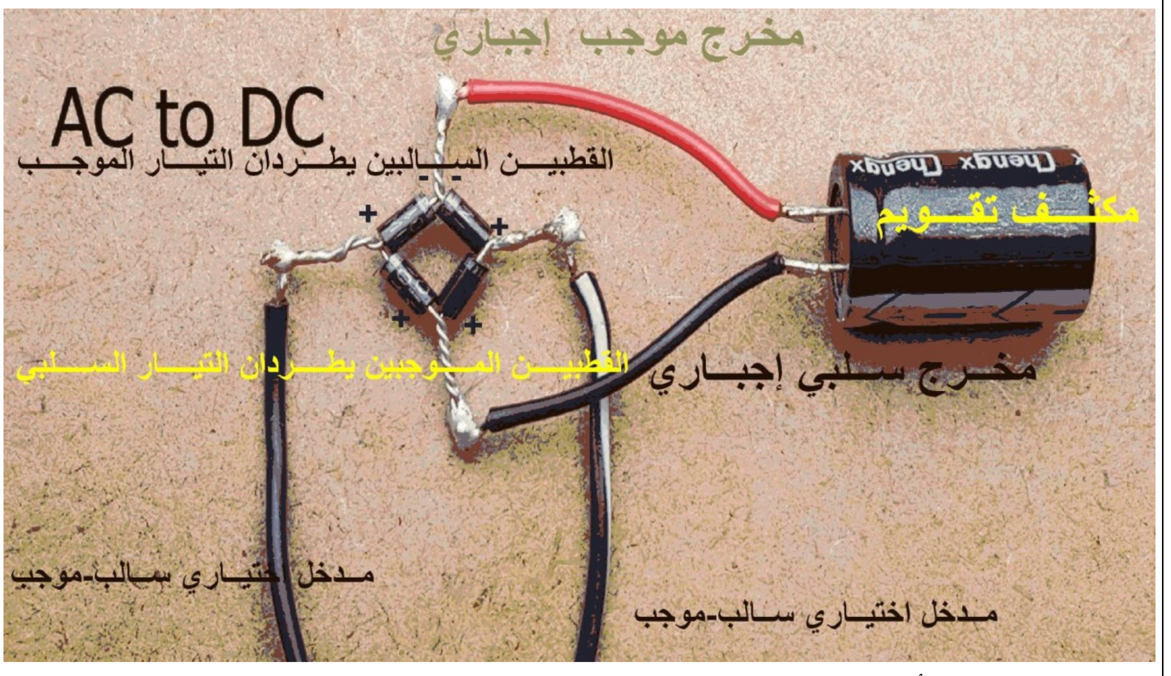
يخرج التيار الكهربائي من المحول إلى جسر تقويم يتألف من 4 دايودات ثم يتم تمرير التيار الكهربائي إلى مكثفي تقويم و بذلك يتم تحويل التيار المتناوب إلى تيارٍ مستمر يصلح لتغذية الدارات الإلكترونية.



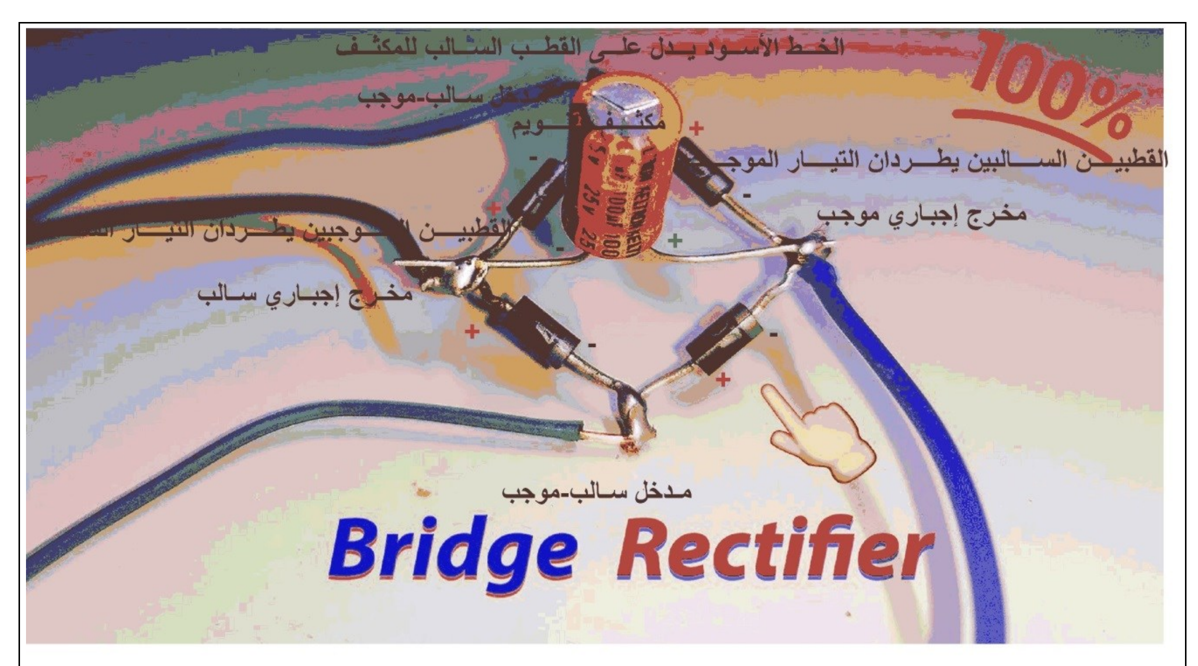
يخرج التيار الكهربائي من الملف الثانوي للمحول إلى جسر تقويم يتألف من 4 دايودات ومن خرج جسر التقويم تتم تغذية مصباحٍ كهربائي.



دارة تقويم بسيطة تتألف من جسر تقويم مؤلف من 4 دايودات و مكثف تقويم تم تركيبه على مخرجي جسر التقويم .



دارة تقويم بسيطة تتألف من جسر تقويم مؤلف من 4 دايودات و مكثف تقويم تم تركيبه على مخرجي جسر التقويم .



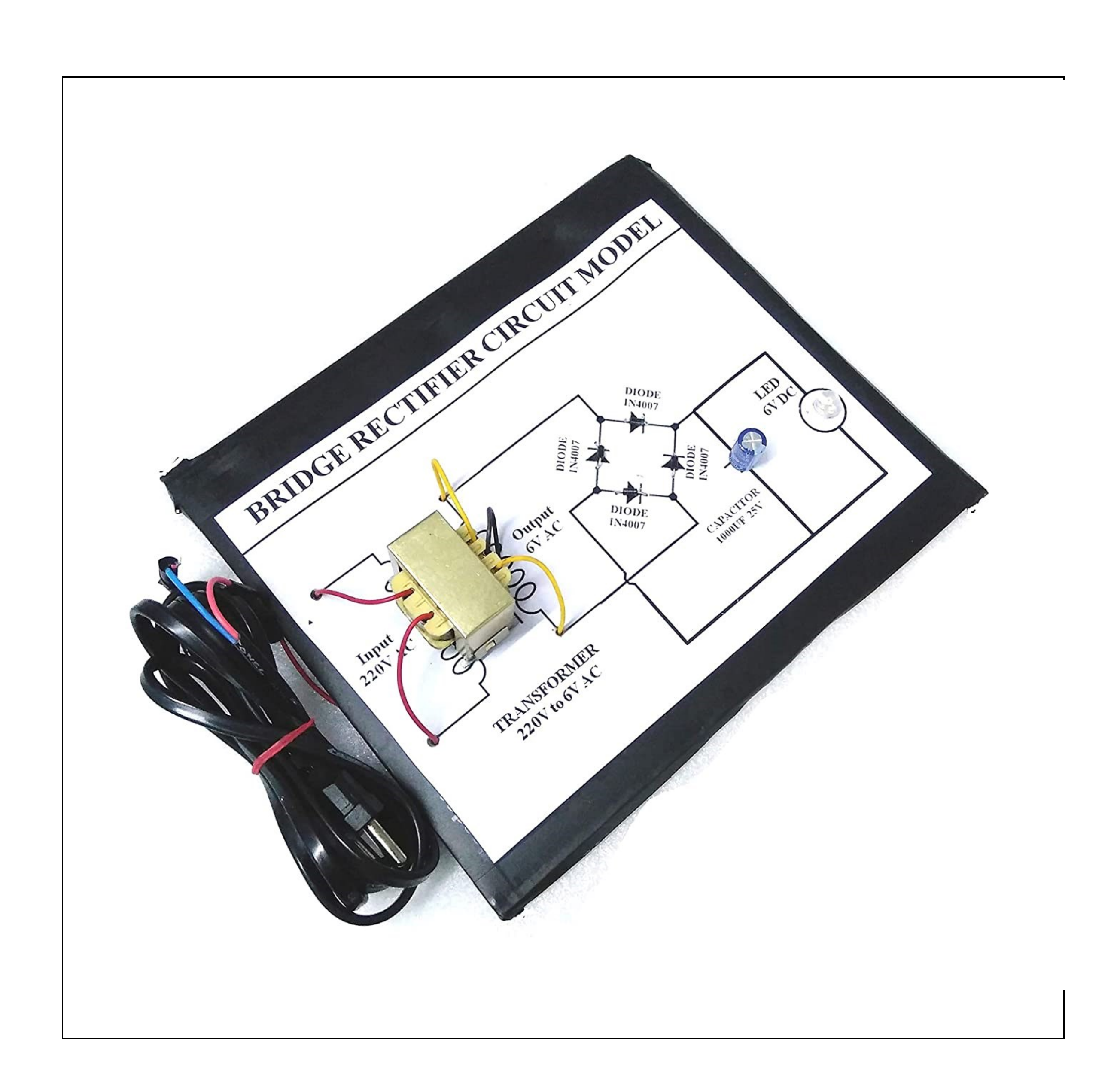
يدخل إلى المحول تيارٌ متردد جهده 220 فولت و يخرج من الملف الثانوي للمحول تيارٌ مترددٌ كذلك و لكن جهده 6 فولت .

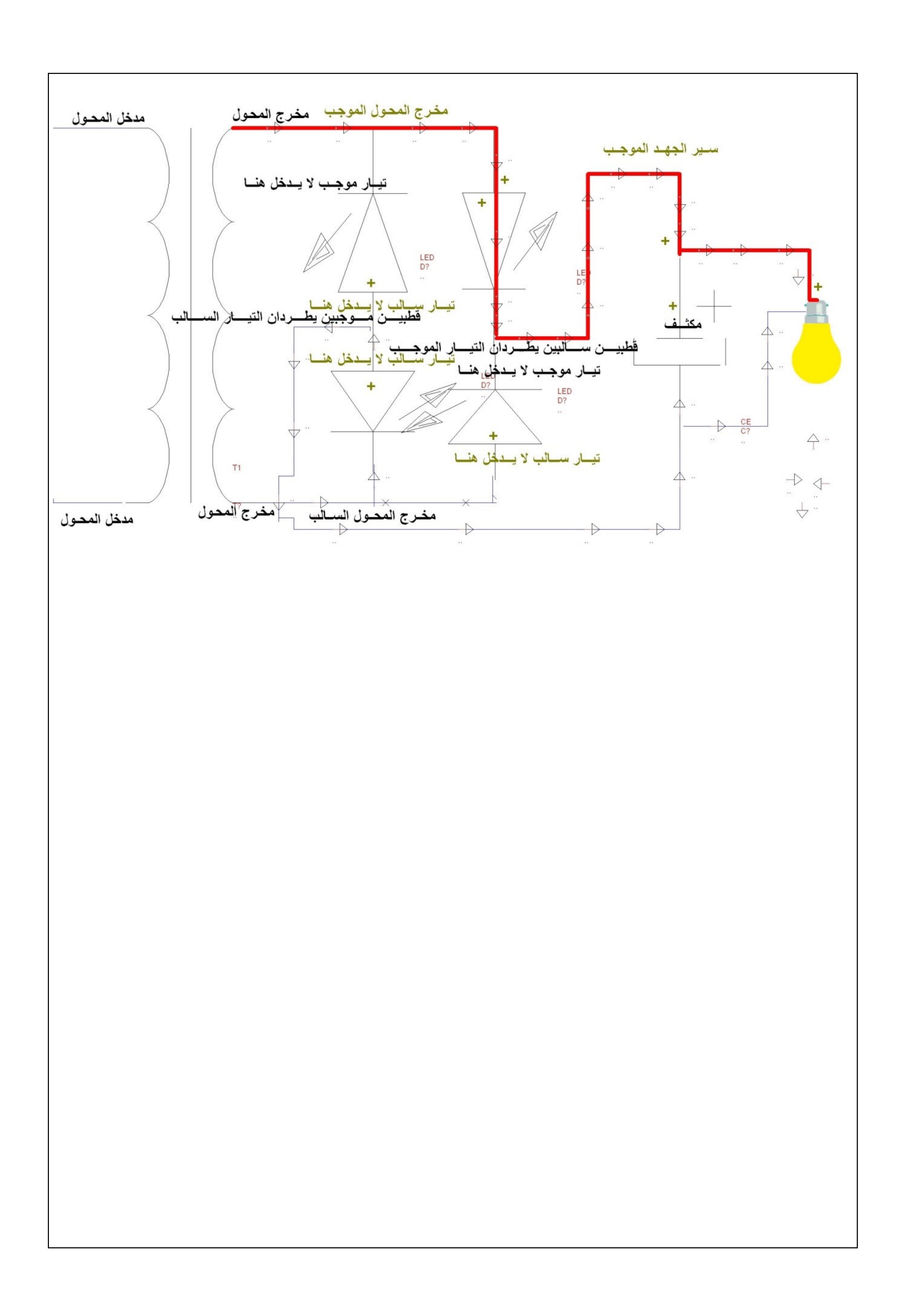
يدخل التيار الكهربائي المتردد إلى جسر تقويم مؤلف من 4 دايودات .

بعد مروره على جسر التقويم فإن التيار المتردد الذي جهده 6 فولت يتحول إلى تيارٍ مستمر جهده 6 فولت كذلك.

يتم تمرير التيار المستمر الذي يبلغ جهده 6 فولت بعد ذلك إلى مكثف تقويم .

يصبح التيار المستمر بعد ذلك صالحاً لتغذية ليدٍ ضوئي جهده 6 فولت يعمل على تيارٍ مستمر.


BRIDGE RECTIFIER CIRCUIT MODEL
DIODE
IN4007
DIODE
IN4007
DIODE
IN4007
DIODE
IN4007
LED
6V DC
CAPACITOR
1000UF 25V
Output
6V AC
Input
220V AC
TRANSFORMER
220V to 6V AC



مدخل المحول
مخرج المحول
مخرج المحول الموجب
سير الجهد الموجب
تيار موجب لا يدخل هنا
LED
D?
تيار سالب لا يدخل هنا
قطبين موجبين يطردان التيار السالب
مكثف
قطبين سالبين يطردان التيار الموجب
تيار سالب لا يدخل هنا
تيار موجب لا يدخل هنا
LED
D?
CE
C?
تيار سالب لا يدخل هنا
T1
مدخل المحول
مخرج المحول
مخرج المحول السالب

تحذير :

لا يسمح أبداً بتوصيل عنصر نصف موصل إلى أي مصدرٍ كهربائي توصيلاً مباشراً لأن ذلك يؤدي إلى تلف ذلك العنصر .

دائماً يتم توصيل العنصر شبه الموصل إلى مصدر التيار الكهربائي عبر وسيط و هذا الوسيط هو عبارة عن مقاومة حماية يتم توصيلها على التسلسل مع ذلك العنصر و ذلك حتى تقوم بحمايته.

■يطلق المقياس صفيراً عند قياس المقاومات ذات القيمة المنخفضة التي تقل عن 200 Ωأوم.

إن وجود مقاومة منخفضة إلى تلك الدرجة يعني بأن التيار الكهربائي يتحرك بين نقطتي القياس دون وجود ما يعيقه وهو الأمر الذي لا يحدث غالباً إلا في حالات قصر الدارة (الشورت).

أما القراءة التي تظهر على شاشة المقياس في وضعية الصفير فهي تدل على مقاومة أعلى من 200 Ωأوم ، وهذه القراءة لا تكون مصحوبةً بصفير لأن وجود مقاومة مرتفعة نسبياً يعني بأن هنالك ما يعيق تدفق التيار الكهربائي بين نقطتي القياس أي أنه يدل على عدم وجود قصر دارة (شورت)

■عندما نقيس بين نقطتين بوضعية الصفير:

□إذا ظهر على شاشة المقياس رمز المالانهاية أي العدد واحد 1 أو الرمز OLأي (دارة مفتوحة) Open Loop فإن هذا يعني بأن المسار مقطوع ، أي أن الدارة مقطوعة.

□إذا حصلنا على قراءة بين هاتين النقطتين فإن هذا يعني بأن هنالك مقاومة موصولة بين هاتين النقطتين أو بأن هنالك عنصرٌ ذو مقاومة بين هاتين النقطتين أو أن هنالك تسريب بين هاتين النقطتين.

□تدل إشارة الناقص - التي تظهر على شاشة المقياس على عكس الأقطاب أي أنها تشير إلى أن مجسي المقياس موصولين بشكلٍ معاكس و يتوجب أن نقوم بعكسهما و كذلك فإنها تشير إلى الجهد السالب..

من فوائد الخط الراجع أن الدارات المدمجة IC تعلم عن طريقه ما إذا كان هنالك عنصرٌ ما متصل أو لا ، ففي حال لم يدخل عن طريق الخط الراجع من الشاشة مثلاً إلى الدارة المدمجة أي جهدٍ كهربائي أو أية تغذية راجعة Feedback فإن ذلك يعني بأن الدارة المدمجة لم تستلم أي جهدٍ كهربائي أو أي تغذيةٍ راجعة من تلك الشاشة مثلاٍ و عندها ستدرك الدارة المدمجة بأن الشاشة غير موصولة أو أنها غير عاملة و عندها ستقوم دارة التحكم المدمجة بقطع التغذية الكهربائية عن الشاشة أو أي عنصرٍ أو مكونٍ آخر ، و تلك هي فائدة الخط الراجع من مكونٍ ما إلى الدارة المدمجة .

في بعض الأحيان يستدعي الأمر منا أحياناً أن نقوم بخداع دارة التحكم المدمجة IC حتى لا تقوم تلك الدارة المدمجة بقطع التغذية عن مكونٍ ما ، و حتى لا ترفض التعامل مع عنصرٍ ما لعدم وجود تغذية راجعة من ذلك العنصر إلى دارة التحكم المدمجة و ذلك بأن نصل إلى دارة التحكم المدمجة و تحديداً إلى رجل استلام التغذية الراجعة من الشاشة أو من ذلك المكون جهداً مماثلاً للجهد الراجع من تلك الشاشة أو من ذلك العنصر.

تفحص كابل ذو قطبين أو أكثر

عند تفحص كابلٍ متعدد الأقطاب (مثل كابل السماعة مثلاً) فإننا نضبط المقياس على وضعية الصفير و نضع أحد مجسي المقياس على بداية الكابل و نضع المجس الثاني على نهاية الكابل ثم نتأكد من شيئين اثنين و هما :

. اتصال النهايتين المتماثلتين مع بعضهما البعض و عدم وجود انقطاع في السلك الذي يصل بينهما

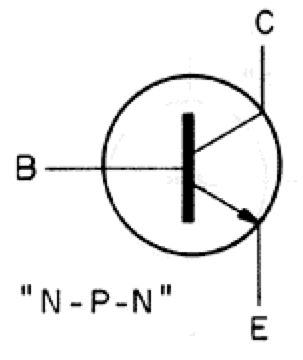
. عدم وجود أي اتصالٍ بين النهايتين غير المتماثلتين مع بعضهما البعض □

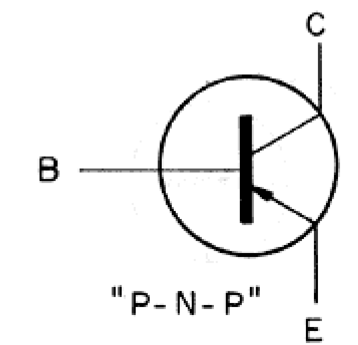
تذكر دائماً : المشكلة ليست فقط في أن يكون هنالك انقطاعٌ في الكابل بين النهايتين المتماثلين و لكن المشكلة تكمن كذلك في أن يكون هنالك اتصالٌ في الكابل بين النهايتين غير المتماثلتين هو الأمر الذي سيؤدي إلى حدوث دارة قصر (شورت) عند التشغيل.

مثال : إذا كان لدينا سلك ذو قطبين (سلك مزدوج) فإننا لا نتأكد فقط من عدم وجود انقطاعً في موجب هذا الكابل و سالبه و إنما فإننا نتأكد كذلك من عدم وجود اتصال نتيجة وجود عيبٍ مصنعي بين القطب السالب و القطب الموجب للسلك ذاته.

من فوائد الخط الراجع أن الدارات المدمجة IC تعلم عن طريقه ما إذا كان هنالك عنصرٌ ما متصل أو لا ، ففي حال لم يدخل عن طريق الخط الراجع من الشاشة مثلاً إلى الدارة المدمجة أي جهدٍ كهربائي أو أية تغذية راجعة Feedback فإن ذلك يعني بأن الدارة المدمجة لم تستلم أي جهدٍ كهربائي أو أي تغذيةٍ راجعة من تلك الشاشة مثلاٍ و عندها ستدرك الدارة المدمجة بأن الشاشة غير موصولة أو أنها غير عاملة و عندها ستقوم دارة التحكم المدمجة بقطع التغذية الكهربائية عن الشاشة أو أي عنصرٍ أو مكونٍ آخر ، و تلك هي فائدة الخط الراجع من مكونٍ ما إلى الدارة المدمجة.

في بعض الأحيان يستدعي الأمر منا أحياناً أن نقوم بخداع دارة التحكم المدمجة IC حتى لا تقوم تلك الدارة المدمجة بقطع التغذية عن مكونٍ ما ، و حتى لا ترفض التعامل مع عنصرٍ ما لعدم وجود تغذية راجعة من ذلك العنصر إلى دارة التحكم المدمجة و ذلك بأن نصل إلى دارة التحكم المدمجة و تحديداً إلى رجل استلام التغذية الراجعة من الشاشة أو من ذلك المكون جهداً مماثلاً للجهد الراجع من تلك الشاشة أو من ذلك العنصر.





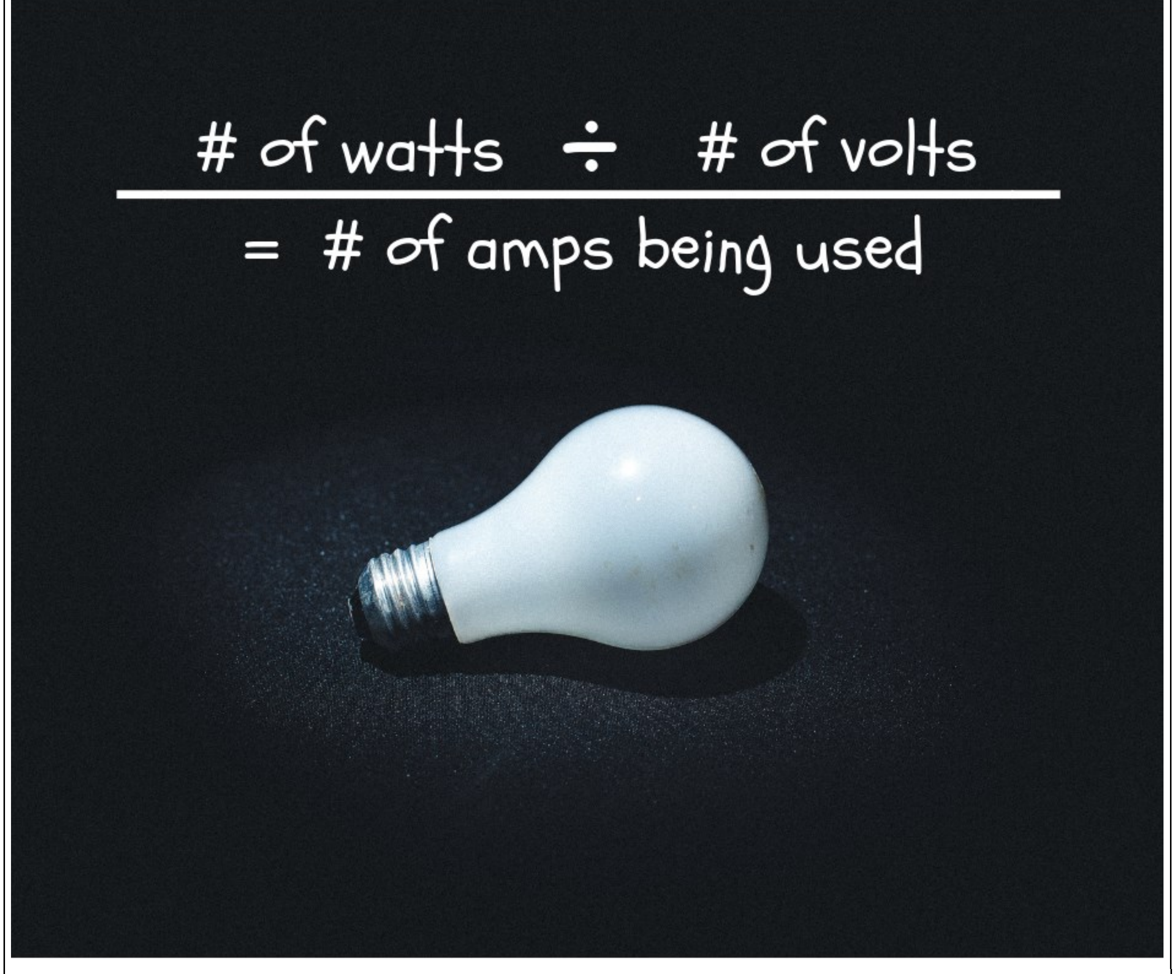
قاعدة عامة في تركيب و تبديل المكثفات:

نقوم بتركيب مكثفٍ في الدارة يبلغ جهده ضعف الجهد الأقصى للدارة على أقل تقدير فإذا كان جهد الدارة يبلغ 220 Vفولت فإننا نقوم بتركيب مكثف جهده أكبر من 440 Vفولت.

□نقوم بتبديل المكثف بمكثفٍ ذو سعةٍ مماثلةٍ تماما فإذا كان لدينا مكثفٌ تالفٌ في الدارة سعته ألف ميكروفاراد 1000 μFفإننا نقوم بتبديله بمكثفٍ سعته ألف ميكروفاراد كذلك ، لا أكثر ولا أقل.

□نقوم بتبديل المكثف التالف بمكثفٍ ذو جهدٍ أعلى مراعاةً لعامل الأمان فإذا كان لدينا في الدارة مكثفٌ تالف جهده 300 Vفولت فإننا نقوم بتبديله بمكثفٍ جهده 400 Vفولت مثلاً أو أكثر.

للحصول على قياساتٍ متقدمة دقيقة للمكثفات و الملفات فإننا نستخدم مقياساً متخصصاً في قياس المكثفات و الملفات و هذا المقياس يدعى إل سي ميتار. LC Meter



حساب جهد المكثف (المتسعة):

الجهد عند المكثف يساوي جهد التيار المتناوب ضرب قيمة ثابتة هي 1.4.

(واحد فاصل أربعة)

الجهد عند المكثف = 220 Vفولت ×1.4 = 308 Vفولت تقريباً.

تم بعون الله تعالى وحده

https://archive.org/details/@ash790

قريباً إن شاء الله تعالى   للمؤلف :

الدارات الرقمية للناشئة

دارات الطاقة الحرة